جامعة دمشق
كلية الزراعة
قسم علوم الأغذية

تأثير التصنيع على مضادات الأكسدة في التوت الشامي
Effect of processing on antioxidant activity in blackmulberry

رسالة أعدت استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير
في علوم الأغذية

إعداد:

المهندسة هاله خالد

بإشراف

الأستاذ الدكتور غياث سمينة
قسم علوم الأغذية-كلية الزراعة

الدكتورة هدى حبال
قسم علوم الأغذية-كلية الزراعة

2010-2011

المحتويات

الملخص:

هدف هذا البحث إلى دراسة بعض مؤشرات التركيب الكيميائي وعوامل الجودة في ثمار التوت الشامي وبعض منتجاته، ومدى تأثيرعملية التصنيع (استخلاص العصير وتركيزه وتحضير المربيات) في محتوى خمسة منتجات من المركبات الفعالة بيولوجياً، والنشاط المضاد للأكسدة. كما درس تأثير طريقة التخزين لمدة ستة أشهر في عوامل الجودة لثمار التوت الشامي وبعض منتجاته.

نفذ هذا البحث في كلية الزراعة بجامعة دمشق وفي قسم علوم الأغذية.

بعد استخلاص العصير من ثمار التوت الشامي ركز بطريقتين: الغليان المباشر و التركيز تحت تفريغ (درجة الحرارة 55 °C) .كما حضر نوعين من مربيات من ثمار التوت الشامي: الأول بالسكروز والثاني بمحلي صناعي(أسيسلفام ك).

تم متابعة مكونات التركيب الكيميائي(الرطوبة، الجوامد الكلية الذائبة، رقم pH، الحموضة الكلية، الرماد، الألياف، السكريات المرجعة، السكريات الكلية) في ثمار التوت الشامي ومنتجاته .

بالإضافة إلى ماسبق تم تعيين المركبات الفعالة بيولوجياً وهي حمض الأسكوربيك والفينولات والفلافونيدات والأنثوسيانينات. كما قيس النشاط المضاد للأكسدة في المنتجات بطريقتين DPPH و FRAP.

أظهرت النتائج تفوق ثمار التوت الشامي في محتواها من المركبات الفعالة بيولوجياً (حمض الأسكوربيك، الفينولات، الفلافونيدات والأنثوسيانينات) ونشاطها المضاد للأكسدة على العصير المحضر منها.

أدت عملية التركيز بالطريقتين (الغليان المباشر و الغليان تحت التفريغ) إلى انخفاض معنوي ($P < 0.05$) في مستوى كل من حمض أسكوربيك وأنثوسيانينات، في حين لوحظ زيادة معنوية ($P < 0.05$) في الفينولات الكلية وفي النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة FRAP مقارنة مع العصير.

أما بالنسبة لعملية تحضير المربيات فقد أثرت بشكل سلبي في محتواها من حمض أسكوربيك والفلافونيدات والأنثوسيانينات، بينما كان لها تأثير إيجابي في مستوى الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة المعين وفق طريقة FRAP .

بينت النتائج حدوث انخفاض واضح في مستوى المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد الأكسدة في ثمار التوت الشامي ومنتجاته بنهاية مدة التخزين.

الكلمات المفتاحية: ثمار التوت الشامي، عصير، حمض الاسكوربيك، الأنثوسيانين، الفينولات الكلية، النشاط المضاد للأكسدة ، المعاملة الحرارية.

Abstract:

This research was carried out to study some chemical indicators and quality factors in blackmulberry fruits and some its products, and to study the impacte of processing of five products on the content of biological active compounds, and antioxidant activity. Effect of storage conditions for six months on quality parameters of blackmulberry fruits and some its products were also studied.

This research was carried out in Food Science Department- Faculty of Agriculture, Damascus University.

The extracted juice from blackmulberry fruits was concentrated by two methods direct open boiling and boiling under vacuum(55C ˚). In addition, two types of blackmulberry jam were prepared : the first one with sucrose, and the second with artificial sweetener (acesulfame K).

The fruits and their products were analysed for chemical composition(moisture, total solable solids,pH, total acidity, ash, fiber, reducing suger and total suger) , biological active compounds (ascorbic acid , total phenols, flavonoids, anthocyanins) and antioxidant activity using DPPH and FRAP methods.

The results showed that blackmulberry fruits were superior in its content of biological active compounds (ascorbic acid , total phenols, flavonoids and anthocyanins), and antioxidant activity compared with prepared juice.

The concentration process (direct open boiling and boiling under vacuum) caused decrease in the level of ascorbic acid and anthocyanins, whereas significant increase ($P < 0.05$) was noticed in total phenols, and antioxidant activity by FRAP method compared with fresh juice.

Preparing jams affected negatively ascorbic acid, flavonoids and anthocyanins, whereas positive effect was noted in total phenols, and antioxidant activity by FRAP method.

By the end of storage period biological active compounds levels, and antioxidant activity decreased significantly in blackmulberry fruits and products.

Keywords: black mulberry, juice, ascorbic acid, anthocyanins, total phenols, antioxidant activity, thermal treatment.

الفصل الأول

المقدمة وأهداف البحث

INTRODUCTION& OBJECTS

المقدمة:

أكد علماء التغذية في الآونة الأخيرة أن تناول وجبات غنية بالفاكهة و الخضار يقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب والسرطان و الأمراض المزمنة ،وقد أشاروا إلى أن فائدة هذه الوجبات ترتبط مع وجود المواد المضادة للأكسدة والتي تتضمن كل من الكاروتينات و الأسكوربات والتوكوفيرولات والفينولات (Moyer *et al*., 2002) . تتميز هذه المركبات بقدرتها على إعاقة أكسدة الجزيئات من خلال تثبيط تفاعلات الأكسدة أو كبح الجذور الحرة المتولدة خلال تفاعلات الأكسدة في الجسم (Andallu and varadacharyulu, 2003).

يعد التوت الأسود black mulberry (*Morus nigra*) الذي ينتمي إلى العائلة *Moraceae* واحداً من أهم أجناس *Morus* والذي يضم أكثر من 24 نوع أشهرها White mulberry (*Morus alba*) و التوت الوردي purple mulberry (*Morus rubra*) (Elmaci and Altug, 2002; Machii *et al*., 2000).

تنمو شجرة التوت في ظروف مناخية مختلفة في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي كما تعد شجرة التوت الأسود (*Morus nigra*)من أكثر الأنواع انتشاراً في البلاد المتوسطية والتي يعتقد أن موطنها الأصلي إيران، أو غرب آسيا (Kumar and Chauhan, 2008; Tutin *et al*.,1996).

تعد ثمار التوت الأسود مصدراً غنياً بالسكريات الأحادية ، والعناصر المعدنية كالبوتاسيوم والفوسفوروالكالسيوم والمغنزيوم والحديد ، وهي غنية أيضاً بالألياف التي تقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب المزمنة،كما أنها تلعب دوراً مهماً في الحد من الإصابة بمرض السكري والسمنة وسرطان القولون (Beattie *et al*., 2005; Rimm *et al.,* 1996) .

كما أن ثمار التوتيات غنية بالعديد من المواد الفعالة بيولوجيا كالفينولات التي لها نشاطات حيوية على نطاق واسع كالنشاط المضاد للأكسدة و قدرتها على تثبيط الطفرات و الأورام بالإضافة إلى أنها تملك تأثيرات مضادة للالتهاب و البكتريا والفيروسات و تنظم ضغط الدم (Lin and Tang, 2007; Duthie *et al*., 2003).

تعد الأنثوسيانينات الصبغات الأساسية في التوتيات ، وهي ذوابة في الماء ومسؤولة عن اللون الأحمر والأرجواني و الأزرق للعديد من الفاكهة، ويعد التوت الأسود غنياً بالأنثوسيانينات حيث توجد في التوت الأسود بشكل أساسي على صورة سيانيدين -3-غليكوزيد (Ozgen *et al*., 2009b; koca *et al*.,2008) .

يستهلك التوت الأسود بشكل أساسي كثمار ولأنها سريعة الفساد فإنها تصنع أيضاً بشكل عصير، و عصير مركز و مربى (Ericisli and Orhan, 2006).

إن عملية تحويل الثمار إلى منتجات مختلفة يؤثر في محتواها من المركبات الفعالة بيولوجياً غير الثابتة والتي تتغير بعد الحصاد وخلال عمليات التصنيع والتخزين المختلفة مما يؤثر في نشاطها البيولوجي(Talcott *et al*., 2003; Kader *et al*., 2002) .

كما يتأثر النشاط المضاد للأكسدة للثمار بالعديد من العوامل كدرجة الحرارة والأكسجين، كما يتأثر أيضاً بتركيب وتركيز مضادات الأكسدة الموجودة فيها.

في عام 2009 بلغت مساحة الأراضي المزروعة بالتوت في سورية نحو 159 هكتار ووصلت إنتاجيتها 1480طن (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2009).

1-2-أهداف البحث:

نظراً للأهمية التغذوية والصيدلانية لثمار التوت الشامي، ولعدم وجود دراسات عن التوت الأسود الشامي المزروع في سورية ومنتجاته فقد هدف هذا البحث إلى:

1- دراسة التركيب الكيميائي وعوامل الجودة لثمار التوت الشامي.

2- تحضير عصير التوت الشامي ، ودراسة تأثير عملية استخلاص العصير في التركيب الكيميائي وعوامل الجودة فيه.

3- تحضير مركزي عصيرالتوت الشامي حرارياً ، ودراسة تأثير عملية التركيز الحراري في التركيب الكيميائي وعوامل الجودة فيها.

4- تحضير مربيات التوت الشامي ، ودراسة تأثير عملية تحضير المربى في التركيب الكيميائي وعوامل الجودة فيه.

5- دراسة تأثيرعملية تخزين ثمار التوت الشامي بالتجميد في عوامل الجودة فيها.

6- دراسة تأثيرعملية تخزين مركز عصير التوت الشامي المحضر بالغليان المباشر بالتبريد في عوامل الجودة فيه.

7-دراسة تأثير عملية تخزين مربيات التوت الشامي على درجة حرارة الغرفة في عوامل الجودة فيها.

الفصل الثاني

الدراسة المرجعية

LITERATURE REVIEW

- الدراسة المرجعية:

2-1-لمحة عن شجرة التوت وموطنها الأصلي وانتشارها:

التوت عبارة عن أشجار عرفت منذ آلاف السنين (Ercisli and Orhan, 2006)، وهي من الأشجار سريعة النمو ومتساقطة الأوراق(Vijayan *et al.*, 1997) ويصل طولها إلى 10-12 م (Kumar and Chauhan , 2008)، وتزهر هذه الشجرة في الربيع وبداية الصيف وتتساقط أوراقها في الخريف ، وتنضج ثمارها بالتدريج من منتصف الربيع إلى أواخره (Syvacy and Sokmen, 2004).

تنمو شجرة التوت في ظروف مناخية مختلفة في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي كما تنمو في جميع أنواع الترب، وقد وجدت على ارتفاع 4000 م عن سطح البحر (Machii *et al.*, 2000) ، وتعد من الأشجار المتحملة للرطوبة الجوية العالية (65–80 %) (Kumar and Chauhan , 2008) . يعتقد أن سفح جبال هيمالايا هو الموطن الأصلي لهذه الشجرة(Lohachoompol, 2007)، كما تعد شجرة التوت الأسود (*Morus nigra*)من أكثر الأنواع انتشاراً في البلاد المتوسطية والتي يعتقد أن موطنها الأصلي إيران (Tutin *et al.*, 1996) ، أو غرب آسيا (Kumar and Chauhan, 2008).

تنتشر شجرة التوت في الهند والصين واليابان وشمال أفريقيا وجنوب أوربا وبعض الدول العربية (Kumar and Chauhan , 2008).

2-2- التصنيف النباتي لشجرة التوت:

تنتمي ثمار التوت إلى أجناس مختلفة:

- جنس *Vaccinum* وتضم بعض الأنواع منها العنبية blueberry و cranberry و bilberry و ligonberry
- جنس *Rubus* الذي يضم العليق (blackberry).
- جنس *Ribes* الذي يضم الكشمش الأسود (blackcurrant).
- أما شجرة التوت (mulberry) فتنتمي إلى العائلة *Moraceae* والجنس(*Morus*) (Ercisli and Orhan, 2006) وينتمي إلى هذا الجنس أكثر من ٢٠ نوع لعل من أهمها انتشاراً :

* التوت الأبيض (white mulberry) *(Morus alba)*: تتميز ثمارها بحجم متوسط ولون أبيض إلى أرجواني وطعم حلو وحموضة منخفضة.

* التوت الأحمر (red mulberry) *(Morus rubra)* تتميز ثمارها بحجم متوسط ولون أحمر وأرجواني وطعم حلو وحموضة منخفضة.

* التوت الأسود (black mulberry) *(Morus nigra)* تتميز ثمارها بحجم كبير ولون أحمر داكن وطعم حامضي خفيف ونكهة غنية (Ozgen *et al.*, 2009)

تنضج ثمار التوت الأسود في شهري تموز وآب (Gerasopoulos and Stavroulakis, 1997)، وتتميز ثماره بطعم رائع مع نكهة حموضة خفيفة ولون أحمر مسود أو أسود محمر جذاب (Ozgen *et al*., 2009b) ، كما أنها عصيرية(Ozgen *et al*., 2009a) ذات طعم حلو وقوام طري مما يجعل إمكانية تسويقها ونقلها صعباً (Jackson, 1986).

2-3-الأهمية التغذوية والطبية لشجرة التوت :

تستخدم أوراق شجرة التوت لتغذية دودة القز(Ozgen *et al*., 2009a) إضافة إلى إمكانية استخدامها كأعشاب صحية في أغذية الحمية(Patharakorn *et al*., 2006)، كما تحضر بشكل مسحوق وتستخدم مع طحين القمح في تحضير بعض الأطعمة (Srivastava *et al*., 2003).

تحتل ثمار التوت الأسود مكانة هامة في الصناعات الغذائية (Stintzing *et al*., 2002; Wang *et al*., 1997) فهي تستهلك بشكل طازج أو تصنع إلى عصائر أو مرملاد أوكحولات أونبيذ أوتحفظ كثمار مجمدة تستخدم في صناعة المثلجات إضافة إلى استخدامها كصبغات طبيعية في مستحضرات التجميل (Ozgen *et al*., 2009b ; Ercisli and Orhan, 2007).

من جهة أخرى تستخدم ثمار وجذور ولحاء شجرة التوت كدواء في الطب الشعبي وخاصة الطب الصيني لمعالجة مرض السكري وضغط الدم الشرياني وفقر الدم والتهاب المفاصل (Ozgen *et al*., 2009a) ، كما عرفت ثمار التوت كدواء طبيعي نظراً لمحتواها العالي من المركبات العلاجية الفعالة (Darias-Martin *et al* ., 2003) , حيث استخدمت كملين للأمعاء وطارد للديدان ومقشع ومقيئ وكعلاج للدزنتاريا وأمراض اللثة وداء السكري (Baytop ,1996)، إضافة إلى دورها في معالجة أمراض الفم(Ozgen *et al*., 2009a).

ذكرت بعض الدراسات أن الثمار غامقة اللون خاصة ثمار التوت الأحمر والأسود من الممكن أن تقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب والجلطات وبعض أنواع السرطانات إضافة إلى التقليل من أعراض الشيخوخة(Zafra-Stone *et al* ., 2007; Ercisli and Orhan, 2005).

تعزى هذه الخصائصالوقائية للتوت عموماً وللتوت الأسود خصوصاً إلى محتواها العالي من الفينولات (Lin and Tang, 2007)والتي تتضمن الأنثوسيانينات و الفلافونيدات (Cieslik *et al* .,2006 ; Trappey *et al* ., 2005)، ذات القدرة الفعالة في تثبيط تفاعلات الأكسدة.

2-4- الخصائص الأساسية لثمارالتوت ومنتجاته:

2-4-1- وزن الثمرة وأبعادها:

ذكر في دراسة على بعض أصناف التوت الأسود أن وزن الثمار تراوح بين 4.18-5.05 غ (Ercisli and Orhan, 2008) , كما وجد أن وزن الثمار تراوح 3.49-8.64 غ في عدة أصناف من التوت الأسود (Liu, 2004).

أما من حيث أبعاد ثمرة التوت الأسود فقد وجد أن طول الثمار في عدة أصناف من التوت الأسود تراوح بين 22.7 و 27.8 مم وتراوح عرضها بين 16.7 و 19.8 مم (Ozgen *et al*., 2009b).

2-4-2- مردودية العصير:

تختلف مردودية ثمار التوت الأسود من العصير حسب الأصناف. فقد ذكر أن مردود العصير لبعض أصناف التوت الأسود المزروعة في تركيا تراوحت بين 56.1 و60.9%(Ozgen *et al*., 2009) ، في حين تراوحت المردودية لخمسة أصناف من التوت الأسود بين 64.03 و68.58% (Ercisli and Orhan, 2008).

2-4-3-pH:

يؤثر نوع و صنف التوت المدروس وكذلك عملية التصنيع في رقم الـ pH . ففي دراسة أجريت على ثمار التوت الأسود تراوح رقم الـ pH بين 3.6 و 3.8 (Elmaci and Altug, 2002)، كما كان متوسط pH ثمار التوت الأسود 3.52 (Ercisli and Orhan, 2006).

في دراسة قام بها (Gonzalez *et al*., 2000) على ثمار العليق (blackberry ، raspberry) والفريز strawberry بين فيها أن pH الثمار تراوحت بين 2.65 و 4.45.

من جهة أخرى وجد (Wang and Xu ,2007) أن pH عصير العليق (blackberry) ومركزه المحضر بالتركيز بالمبخر الدوراني(65 %) كان 2.86 و2.89 على التوالي ، كما بين (Leavens ,2006) أن رقم pH عصير العنبية (blueberry) كانت 3.44 .

في دراسة أجريت على بعض أنواع المربيات المحضرة من أصناف مختلفة من ثمار العليق (blackberry) تراوح رقم pH تلك المربيات بين 3.26 و3.47 (Mota, 2006).

2-4-4- الرطوبة والمادة الجافة و المواد الصلبة الذائبة:

تختلف نسبة الرطوبة والمادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة في ثمار التوتيات باختلاف الأنواع والأصناف والظروف البيئية والمناخية . فقد لاحظ (Zadernowski *et al*., 2005)أن النسبة المئوية للرطوبة في ثمار التوت الأسود كانت 80.9 %، بينما ذكر(Charlebois,2007) أن نسبة الماء في ثمار التوت كانت 89 %، وقد تراوحت هذه النسبة في ثمار العليق blackberry بين 90.47-93.45 %(Hassimotto *et al*., 2008).

وقد أشارت منظمة (FAO, 1995) أن المحتوى من الرطوبة في مربى بعض ثمار التوتيات مثل العليق raspberry كانت 29.8% ، كما أشار (Cho *et al*., 1999)أن نسبة الرطوبة في مربى الفريز كانت 31.8%.

أما من حيث المحتوى من المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة فقد بين (Ercisli and Orhan, 2006) في دراسة أجراها على كل من ثمار التوت الأبيض و الأحمر والأسود أن نسبة المادة الجافة كانت 29.5 و24.4 و27.4% على التوالي، وأن المحتوى من المواد الصلبة الذائبة كان 20.4 و15.9 و 16.7% على

التوالي، بينما وجد(Cam, 2000)أن نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية لأنواع التوت السابقة الذكر تر اوحت بين 15.27 و 30.8% ،وفي دراسة أخرى بين (Ozgen *et al*., 2009b) أن المحتوى من المادة الجافة و المواد الصلبة الذائبة في عدة أصناف من ثمار التوت الأسود تراوحت من 16.6 إلى 20.8% و 13.91 إلى 18.36% على التوالي ،هذا وقد أشار (Liu *et al*.,2004) أن نسبة المواد الصلبة الذائبة في ثمار التوت الأسود تراوحت بين 3.25 و 11.75%،كما وجد (Sfakiotakis *et al*., 1991) أن نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في ثمار التوت الأسود كانت عالية وهي أكبر بحوالي 3.5 إلى 7 مرة مقارنة بالأنواع الأخرى. وفي دراسة أجراها (koca *et al*., 2008) بين أن محتوى ثمار التوت الأحمر من المادة الجافة و المواد الصلبة الذائبة كانت 17.3 غ/١٠٠غ و 13.5 غ/١٠٠غ على التوالي .

أورد (Alarcao *et al* .,2001) في دراسته على عدة أنواع من ثمار التوتيات أن محتواها من المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة تراوحت بين 10.10-22.25% و 7.39-15.52% على التوالي، في حين تراوحت نسبة المواد الصلبة الذائبة في بعض أصناف ثمار العليق (blackberry) 6.19-9.32% Hassimotto *et al*.,2008) .

لاحظ(Lee *et al*., 2002)أن نسبة المواد الصلبة الذائبة في عصير العنبية blueberry 10%، بينما كانت 8.9% في عصير العليق blackberry (Wang and Xu., 2007).

2-4-5-الحموضة:

يعد التوت مصدراً غنياً بالأحماض العضوية (Asano *et al* ., 2001) .

ويعد حمض الليمون وحمض التفاح من الأحماض العضوية الرئيسية في ثمار التوت الأسود ويختلف محتواه باختلاف الأنواع حيث يشكل حمض الليمون 92 % من الأحماض العضوية الكلية بينما يشكل حمض الماليك 8 %، وقد تراوحت قيمة حمض الليمون بين 1.45 و 2.68 غ/100 مل بينما تراوحت قيمة حمض الماليك بين 0.11-0.23 غ/ 100 مل، أما في التوت الأحمر فيشكل حمض الليمون ٧٢ % من الأحماض الكلية بينما يشكل الماليك 27 % فقط وقد بلغت الحموضة الكلية 0.36-1.04غ/100مل مقدرة على أساس حمض الليمون (Ozgen *et al*., 2009a) .

من جهة أخرى وجد (Koyuncu, 2004) أن الحمض العضوي الأكثر توافراً في ثمار التوت الأسود هو حمض الماليك وتراوحت قيمته بين 35.4 و 189.5 مغ/غ تلاها حمض الليمون 5.5-23.4 مغ/غ ثم حمض الطرطريك 4.16 مغ/غ و الأكزاليك 0.62 مغ/ غ والفورميك 0.019 مغ/غ.

أشار (Ercisli and Orhan, 2006) أن الحموضة الكلية لكل من التوت الأبيض والأحمر و الأسود كانت 0.25, 1.37, 1.40 %حمض الليمون على التوالي، وفي دراسة أخرى للأنواع الثلاثة السابق ذكرها كانت الحموضة الكلية لثمارها 0.17-2.40% حمض الليمون(Cam, 2000).

لاحظ (Ozgen *et al*., 2009a) أن الحموضة الكلية لعدة أصناف من ثمار التوت الأسود تراوحت بين 1.62-2.88% حمض الليمون ، كما أورد (Asano *et al* ., 2001) في دراسة على عدة أنواع من ثمار التوتيات أن الحموضة الكلية لثمارها تراوحت 0.63-2.32 %حمض الليمون.

وجد(Wang and Xu al., 2007) أن الحموضة الكلية في عصير العليقblackberry وفي مركزه (65%) المحضر بالمبخر الدوراني والمسترجع إلى عصير بلغت 1.65غ/100مل و1.67 غ/100مل حمض الليمون على التوالي ، كما أشار (Leavens, 2006) أن الحموضة الكلية لعصير العنبية blueberry كانت 0.32 % مقدرة على أساس حمض الليمون.

تراوحت الحموضة الكلية في مربيات بعض أصناف العليق blackberry بين 1.22 و1.79 (Mota, 2006).

2-4-6-السكريات المر جعة والكلية:

يعد التوت مصدراً جيداً للسكريات الأحادية (Asano *et al* ., 2001)،ويشكل الغلوكوز حوالي 52 % من السكريات الكلية في ثمار التوت الأسود بينما يشكل الفركتوز 48 %، وقد تراوحت نسبة الغلوكوز في ثمار عدة أصناف من التوت الأسود بين 5.5 و 7.12 % من وزن الثمرة ،كما تراوحت نسبة الفركتوز 4.86 و6.4 % من وزن الثمرة ،بينما كان هناك آثار للسكروز تراوحت بين 0.04 و0.05 % من وزن الثمرة.

وجد (Ozgen *et al*., 2009a)أن نسبة السكريات الكلية في ثمار التوت الأحمر تراوحت بين ٥,٧ و٩,٥ غ/ ١٠٠ مل، في حين أشار (koca *et al*., 2008)أن نسبة السكريات الكلية و السكريات غير المرجعة في ثمار التوت الأحمر 12.72 غ/ 100غ و 0.59 غ/ 100غ على التوالي.

أورد (Alarcao *et al* ., 2001) في دراسته على عدة أنواع من التوتيات أن نسبة السكريات الكلية وغير المرجعة تراوحت بين 3.88-14.15 % و 0-3.68 % على الترتيب.

وجد (Wang and Xu al., 2007) أن محتوى عصير ومركز العليق blackberry المسترجع من السكريات الكلية 5.57 غ/100مل و 5.20غ/100مل.

بلغت نسبة السكريات الكلية في المربى المحضر من ثمار Raspberry 69% (FAO, 1995).

2-4-7-الرماد والدهن والألياف:

تعد ثمار التوتيات مصدراً هاماً للأملاح (Beattie *et al*., 2005).

ففي دراسة أجراها(Ercisli and Orhan, 2006) على كل من ثمار التوت الأبيض و الأحمر والأسود وجد أن تلك الثمار غنية بكل من البوتاسيوم والفوسفور والكالسيوم والمغنزيوم والمنغنيز والحديد، حيث بلغت نسبتها في ثمار التوت الأسود 922 و232 و132 و106 و4.2 و4.2 مغ/100غ على التوالي.

أشار (Hassimotto *et al*.,2008) أن محتوى ثمار العليق blackberry من الرماد تراوح بين 0.24 و

0.31% ،في حين بلغ في ثمار العنبية blueberry 0.24%(Leavens, 2006) ، وفي ثمار bufaloberry 0.51 %.

تعد ثمار التوت فقيرة بمحتواها من الدهن. فقد بلغت نسبة الدهن في كل من ثمار التوت الأبيض و الأحمر والأسود 1.15 % ،0.85% ، 0.95 % على التوالي(Ercisli and Orhan, 2006) كما أشار (Remlinger and Pierre , 1995) أن نسبة الدسم كانت 0.5 % في ثمار bufaloberry.

عند تحليل الأحماض الدهنية في كل من ثمار التوت الأبيض و الأحمر والأسود وجد أنها احتوت على 14 مركب أساسي ، كما وجد تنوع ملحوظ في الأحماض الدهنية بين الأنواع حيث كان حمض اللينوليك C18:2 هو الحمض الدهني المسيطر والذي تراوحت نسبته بين 43.4 و 61.9 % في أنواع التوت السابقة الذكر (Ercisli and Orhan, 2006) .

تستخدم ثمار التوتيات بشكل كبير في أغذية الحمية(Benvenuti *et al*., 2004) كونها غنية بالألياف (Beattie *et al*., 2005; Halvorsen *et al*., 2002) ، وقد وجد أن تناول الخضاروالفواكه الغنية بالألياف تقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب المزمنة (Rimm *et al*., 1996)،كما أنها تلعب دوراً مهماً في الحد من الإصابة بمرض السكري والسمنة وسرطان القولون (Ferguson, 2005; Ferguson and Harris, 2003).

أشار (Chun *et al*., 2003)أن ثمارالفريز تعد مصدراً ممتازاً للألياف حيث بلغت نسبة الألياف فيها 4 غ/ 100غ ، كما كانت أيضاً في ثمار bufaloberry 4 غ/100غ (Remlinger and Pierre ,1995) , وفي العنبية blueberry 2.4 غ/ 100غ وزن رطب (Leavens, 2006) ، وقد ذكر(Cho *et al*., 1999) أن نسبة الألياف الكلية في مربى الفريز بلغت 0.9 غ/100غ منها 0.2 غ/100غ ألياف ذوابة و 0.7 غ/100غ ألياف غير ذوابة.

2-5- الجذور الحرة ومضادات الأكسدة:

2-5-1-الجذور الحرة:

يعد الاكسجين أهم مقومات الحياة حيث تستخدمه الخلايا لتوليد الطاقة (Patthamakanokporn, 2004) وبنفس الوقت تنتج معظم التأثيرات المؤذية للأكسجين من تشكل الجذور الحرة التي تلعب دور مؤكسدات من خلال منح O_2 إلى المواد والمركبات الأخرى (Langseth, 1995) .

وتعّرف الجذور الحرة أنها مركبات غير ثابتة تحتوي على إلكترون مفرد (Lee *et al*., 2002)، وهي علـى نـوعين:الأول(ROS) (reactive oxygen species) والثـاني(RNS) (reactive nitrogen species) . يتضمن النوع الأول العديد من جذور الأكسجين مثل سوبر أكسيد (O_2^-) ، وشكلها البروتوني(Halliwel ,1996 ;Halliwell and Gutteridge ,1999) ($HO_2^{\cdot}$)هيدروبيروكسيل و هيدروكسيل($OH^{\cdot}$) و بيروكسيل ($RO_2^{\cdot}$) و ألكوكسيل ($RO^{\cdot}$) ، كما يوجد

مركبات أخرى تعد عوامل مؤكسدة تتحول بسهولة إلى جذور حرة مثل بيروكسيد هيدروجين (H_2O_2) و حمض هيبوكلوريت(HOCl) و الأوزون(O_3) و singlet Oxygen (O_2)، أما النوع الثاني من الجذور الحرة (RNS) فيتضمن أكسيد النتريت (NO^-) و نتريت بيروكسي (ONOO−) و حمض بيروكسي نتريت(ONOOH) (Patthamakanokporn, 2004).

وتتشكل الجذور الحرة إما من مصادر داخلية كعمليات الاستقلاب الحيوية، أو من مصادر خارجية كالتدخينواستخدام الأشعة و المبيدات والهواء الملوث (Patthamakanokporn, 2004) .

تحدث عملية الأكسدة نتيجة تشكل الجذور الحرة في الخلية والأنسجة(Kormin , 2005)، مما يؤدي إلى إلحاق ضرر بمحتويات الخلية والبروتين و DNA واللبيدات(Ames *et al*., 1993) , مما يسرع في ظهور أعراض الشيخوخة ويزيد احتمال الإصابة بأمراض القلب والسرطان (Simpson, 2006) .

2-5-2- مضادات الأكسدة:

هي عبارة عن مركبات تعيق أكسدة اللبيدات أو الجزيئات من خلال إعاقة سلسلة تفاعلات الأكسدة (Velioglu *et al*., 1998) ، أو هي كوابح للجذور الحرة المتولدة خلال تفاعلات الأكسدة المخربة (Andallu and Varadachryulu., 2003).

وتتصف مضادات الأكسدة بقدرتها على منح بروتون (H^+) للجذور الحرة فترجع إلى مركبات ثابتة في حين تتحول مضادات الأكسدة إلى جذور غير فعالة (Gordon, 2001)، كما هو موضح بالمعادلة التالية (Simpson, 2006) :

$$LOO^{\cdot} + AH\ (antioxidant) \longrightarrow LOOH + A^{\cdot}$$

تصنف مضادات الأكسدة إلى ثلاثة أنواع:

- مضادات الأكسدة المنتجة من قبل الجسم وتتضمن الديسمتوز والكتالاز والغلوتاثيون بيروكسيداز .
- مضادات الأكسدة التي تنتجها النباتات مثل فيتامين C و E والكاروتينات والأنثوسيانينات .
- مضادات الأكسدة الصنعية مثل بوتيل هيدروكسي أنيسول BHA و بوتيل هيدروكسي تولوين BHT (Gutteridge and Halliwell 1994) .

وقد وضح (Scalbert *et al*., 2002) أن عمل مضادات الأكسدة يكون وفقاً لعدة آليات:

١-خفض تشكل جذور (ROS) و (RNS).

٢- ربط أيونات المعادن التي تعد وسيط لتوليد (ROS).

٣- كبح أشكال (ROS) و (RNS) وبوادره.

٤- إعادة تنظيم مضادات الأكسدة الأنزيمية (أنظمة الدفاع الذاتية).

٥- إصلاح الضرر الناتج عن أكسدة الجزيئات البيولوجية.

2-5-3- المركبات الفعالة بيولوجياً في التوتيات:

هناك دراسات عديدة شرحت وجود علاقة عكسية ما بين استهلاك الخضار والفاكهة وانخفاض الإصابة بأمراض القلب والمفاصل(Beattie *et al*., 2005; Blumberg, 2003), حيث وجد أن تناول كميات جيدة من الخضار والفاكهة يترافق بتقليل مخاطر الإصابة بالجلطات وأمراض القلب والسكري والسرطان كما يحسن وظيفة الجهاز المناعي (Ames *et al*., 1993) ويعود هذا التأثير الواقي وفقاً للدراسات إلى وجود مركبات تمتلك خواص مضادة للأكسدة(Pietta, 2000).

تعد ثمار التوتيات مثل العليق بنوعيه (raspberry ، blackberry) والعنبية blueberry و الكشمش الأسود blackcurrant و التوت mulberry مصدر هام لمضادات الأكسدة التي تعد هامة لصحة الانسان (Beattie *et al*., 2005) ،كما تملك هذه المركبات تأثيرات مضادة للالتهاب و البكتريا و الفيروسات و تنظم ضغط الدم (Duthie *et al*., 2003) إضافة لتأثيرها المنشط للخلية(Beattie *et al*.,2005) . ذكر (Syvacy and Sokmen, 2004) أن أنواع التوت تعد مصدر طبيعي لمضادات الأكسدة والتي أهمها المركبات الفينولية التي تتضمن (الفلافونيدات والأنثوسيانينات) وفيتامين C .

2-5-3-1- فيتامين C:

يعد فيتامين C من الفيتامينات الذوابة في الماء وأكثرها حساسية للحرارة والضوء والأكسجين (Klopotek *et al*., 2005)، ويمتاز بخواصه المرجعة والحامضية (Tannenbaum *et al*., 1985).

يعد فيتامين C من المغذيات الهامة، فهو ضروري لاصطناع الكولاجين (Voca *et al*., 2006)، ويساعد في الحفاظ على صحة الجلد واللثة والأوعية الدموية, ويخفض مستوى الكوليسترول في بلاسما الدم (Harris, 1996)، كما أن الأغذية الغنية بفيتامين C تقلل من مخاطر تطور سرطان القناة الهضمية إضافة إلى أنها تعزز نظام المناعة (Yeung and Laquatra, 2003) .

يوجد فيتامين C بكميات كبيرة في الحمضيات (Kormin , 2005)، كما أن الجوافة والتفاح والبروكولي والهليون تعد مصادر قيمة لفيتامين C (Gardner *et al*., 2000). و تحتوي ثمار التوتيات على مستويات مختلفة من فيتامين C وذلك تبعاً للنوع والصنف المزروع، فمثلاً يصل محتوى ثمار الفريز بفيتامين C إلى 104مغ/100غ (Klopotek *et al*., 2005)، كما وجد (Ercisli and Orhan, 2006) في دراسته على التوت الأبيض و الأحمر والأسود أن محتواها من فيتامين C 22.4 و 19.4 و21.8 مغ/100غ على التوالي .

أشار (Ozgen *et al*., 2009b) أن مستوى فيتامين C في ثمار التوت الأسود تراوح بين 3 و10 مغ/100مل, وأورد (Hassimotto *et al* ., 2005) أن نسبة فيتامين C بلغت10 مغ/ 100غ، في حين كان محتوى ثمار التوت الأسود من فيتامين C عال نسبياً بالمقارنة مع التوتيات الأخرى 36مغ/100غ (NutritionData, 2005).

وقد بينت (FAO, 1995) أن محتوى مربى ثمار العليق raspberry من فيتامين C تراوح بين 10 و25 مغ/100غ ، بينما تباينت هذه النسبة في المربيات المحضرة من بعض أصناف الكشمش الأسود blackcurrant حيث تراوحت بين 54 و57 مغ/100غ مربى (Siksnianas *et al*., 2006) .

2-5-3-1-1 تأثير التصنيع والتخزين على فيتامين C:

يعد فيتامين C حساساً للحرارة والأكسجين (Klopotek *et al*., 2005) بالإضافة إلى حساسيته تجاه الأنزيمات والمعادن كالحديد والنحاس التي تسرع عملية أكسدته(Tannenbaum *et al*., 1985) ، حيث يتحطم بشكل أساسي بالحرارة وتفاعلات الأكسدة (Leoni, 2002).

تؤدي طر ائق الطبخ المستخدمة إلى حدوث فقد في فيتامين C يتراوح بين ١٥-٥٠% (Goyal, 2000)، كما أن عملية التقطيع والتشريح والعصر تخفض أيضاً من مستوياته في الغذاء (Klopotek *et al*., 2005; Yeung and Laquatra, 2003) ، فقد بين (Yeung and Laquatra, 2003) حدوث انخفاض في محتوى ثمار البرتقال من فيتامين C بعد عصره من 53 مغ/ 100غ إلى 34.4 مغ/ 100غ.

تؤدي عمليات التصنيع خاصة خلال المعاملة الحرارية ومع تقدم الوقت إلى زيادة الفقد في مستوى فيتامين C، حيث انخفض مستوى فيتامين C بمقدار 35% في عصير الفريز المبستر (Klopotek *et al*., 2005)، كما لاحظ (Odriozola-Serrano *et al*., 2008) انخفاض نسبة فيتامين C في عصير الفريز من 61.6 إلى 56.2 مغ /100غ عند بسترته على درجة 90° C لمدة 60 ثانية، وفي دراسة أخرى وصل الفقد في فيتامين C في عصير الأناناس المسخن إلى الدرجة 45° C إلى نسبة تراوحت بين 20 و45 % إلا أن هذه النسبة ارتفعت إلى60-70 % عندما وصلت درجة الحرارة إلى 70° C (Taoukis *et al*., 1998) ، كما أدت عملية غلي البروكولي لمدة 5 د إلى انخفاض معنوي في فيتامين C قدره 66 %(Zhang and Hamauzu , 2004) .

ومن الجدير بالذكر أن فيتامين C يبدأ بالتحطم مباشرة بعد جني المحصول، ويزداد الفقد بشكل كبير أثناء عملية النقل والتخزين (Patthamakanokporn, 2004) ، وتتوقف كمية الفقد في فيتامين C على مدة ودرجة حرارة التخزين.

ذكر (Manea and Buruleanu, 2009) أن تخزين عصير البرقوق(عاسول رومي) لمدة 7أيام على درجة حرارة 6° C أدى إلى فقد 11-12% من محتواه من فيتامين C، كما بين (Klimczak *et al*., 2006) أن تخزين عصير البرتقال المعبأ بعبوات كرتونية لمدة 6 أشهر على درجات حرارة مختلفة 18 و28 و38° C قد أدى إلى انخفاض محتواه من فيتامين C من 408.5 مغ/ل إلى 333 و283.6 و 83.5 مغ/ل بعد تخزينه.

5-2 -3 -1- 2 علاقة فيتامين C بالنشاط المضاد للأكسدة:

يملك فيتامين Cنشاطاً عالياً مضاداً للأكسدة من خلال كبحه الجذور الحرة مانعاً حدوث الأكسدة (Klopotek *et al.*, 2005)،وتختلف نسبة مساهمة فيتامين C في النشاط المضاد للأكسدة حسب نوع المادة المدروسة ، فقد وجد (Zhang and Hamauzu, 2004) علاقة ارتباط قوية بينه وبين النشاط المضاد للأكسدة في ثمار البرتقال تصل إلى (66 %) , والبرتقال الفلوريدي (100%)، والكريفون (89 %) على اعتبار أن فيتامين C يعد مضاد الأكسدة الأعظمي في البرتقال لذلك فإنه يشكل 87 % من نشاطه المضاد للأكسدة.

بالمقابل أشار (Kalt *et al*., 1999) أن مساهمة فيتامين C في النشاط المضاد للأكسدة كانت قليلة تراوحت بين 0.4 و 9.4 % من النشاط المضاد للأكسدة الكلي لثمار (العنبية blueberry والعليقraspberry و الفريز) كما أكد أيضاً أن فيتامين C لا يملك مساهمة كبيرة في النشاط المضاد للأكسدة في ثمار العنبية blueberry .

2-5-3-2- الفينولات العديدة :

هي عائلة كبيرة ومتنوعة من المركبات الطبيعية واسعة الانتشار في المملكة النباتية (Ruangchakpet and Sajjaanantakul , 2007; Liu, 2004) ،وتعد مسؤولة عن الوظائف الأساسية لنمو النباتات ، حيث تقوم بدور الحماية ضد الأمراض الجرثومية والطفيلية والفيروسية (Liu, 2004) .

و توجد معظم المركبات الفينولية بشكل مرتبط مع السكريات مكونة غليكوزيدات عن طريق مجموعات الهيدروكسيل للفينولات (Vattem *et al* ., 2005)، وتقسم البولي فنولات إلى عدة صفوف حسب التركيب الكيميائي لكل مركب(Arts and Hollman, 2005) وتتنوع في تركيبها من جزيئات بسيطة كالأحماض الفينولية التي تتضمن حلقة فينولية واحدة (حمض كلوروجينيك في القهوة) والفلافونيدات التي تحتوي في تركيبها على 2-3 حلقات فينولية (كالكويرستين في البصل) (Manach *et al* ., 2004) ، والمركبات البوليميرية المحتوية على عدة حلقات تصل إلى 12-13 حلقة فنولية(Haslam , 1998) مثل التانينات .

تلعب الفينولاتدوراً هاماً في جودة الغذاء حيث تزيد من الفائدة الصحية للوجبات الغذائية (Liu, 2004)، فقد بينت الدراسات أن تناول الأغذية الغنية بالفينولات يقلل من معدل الإصابة بالأمراض (Muhammed Idris *et al*., 1999)نظراً لامتلاكها خواصاً مضادة للالتهاب ولأمراض السرطان والقلب، كما تملك تأثيرات منشطة للخلية (Vattem *et al* ., 2005), إضافة إلى كونها مثبطات هامة لأكسدة الكوليسترول الضار LDL (Donovan *et al*., 1998).

يعود هذا التأثير الوقائي للفنولات إلى كونها تتمتع بصفات مضادات للأكسدة قوية (Kahknen *et al*., 2003) ،وهي تقوم بعملها من خلال تثبيط عمل الجذور الحرة بمنحها ذرة هيدروجين أو إلكترون (Yuting *et al*., 1990) .

توجد الفينولات بأشكال متنوعة في الخضار و الفاكهة(Leavens , 2006)، وتعدالثمار الملونة مصدراً جيداً للمركبات الفينولية(Cieslik *et al*., 2006; Trappey *et al* ., 2005)، ومنها ثمار التوتيات (Shahidi and Naczk, 2004; Fukumoto and Mazza, 2000) ، وقد أشار (Lin and Tang , 2007) إلى أن ثمار أنواع التوت تعد مصادرغنية بالفينولات, ففي دراسة أجراها(Ozgen *et al*., 2009a) على كل من التوت الأسود والأحمر وجد أن نسبة الفينولات الكلية في التوت الأسود تراوحت بين 176.6 و348.8 مغ / 100غ ، وبين 100.5 إلى 238.8 مغ / 100غ في التوت الأحمر ، أي أن نسبة الفينولات الكلية في التوت الأحمر أقل بـ 42% من محتواها في التوت الأسود، وفي دراسة أخرى قام بها (Ercisli and Orhan, 2008) تراوح المحتوى من الفينولات الكلية في ثمار التوت الأسود بين 1943 و2237 مغ حمض غاليك / 100غ ثمار التوت الأسود.

أما بالنسبة لأنواع التوتيات الأخرى فقد قدر(Koca and Karadeniz., 2009) الفينولات الكلية في ثمار بعض أصناف العليق blackberry و العنبية blueberry فوجد أنها تراوحت بين 173 و379 مغ / 100غ و77-542مغ / 100غ حمض غاليك على التوالي, وفي دراسة أخرى تراوحت قيمة الفينولات الكلية بين 373 و499 مغ /100غ في ثمار العليق blackberry (Hassimotto *et al*., 2008) ، وفي ثمار بعض أصناف العنبية cranberry بين (Borowska *et al*., 2005) أن مستوى الفينولات الكلية فيها تراوحت بين 192 و374.7 مغ / 100غ.

لم يلاحظ (Wang and Xu., 2007) أن عملية تركيز عصير العليق blackberry بالمبخر الدوراني إلى 65% مواد صلبة ذائبة قد أثرت في محتوى العصير من الفينولات الكلية حيث كانت في كل من العصير ومركزه على التوالي 154.09 و 154.78 مغ/100 مل ، بينما لاحظ (Lee *et al*., 2002) أن مستوى الفينولات الكلية قد انخفض بشكل واضح عند تحضير مركز عصير العنبية blueberry من 63.2 في العصير إلى 35.9مغ/100غ في مركزه على التوالي.

قدر(Plessi *et al*., 2007) نسبة الفينولات الكلية في مربى كل من العليق (raspberry وblackberry) و الكشمش الأسود blackcurrant فكانت 286 ، 402 و737مغ/100غ على التوالي.

2-5-3-2-1 تأثير التصنيع والتخزين على الفينولات الكلية:

تعدالبولي فينولات مركبات غير ثابتة ً (Talcott *et al*., 2003) حيث تتغير هذه المركبات بعد الحصاد وخلال عمليات التخزين والتصنيع (Rossi *et al*., 2003) ، مما يؤثر في نشاطها البيولوجي (Barbara *et al* ., 2005) .

دُرس تأثير التصنيع التجاري والمنزلي في ثباتية الفينولات, فوجد أن تأثيره على الفينولات الكلية يعتمد على طريقة التصنيع و نوع المركبات الفينولية(Kormin , 2005) ، وقد يعتمد أيضاً على نوعية المادة الغذائية (Rickman *et al*., 2007) , كما لوحظ وجود اختلافات في تأثير العمليات التصنيعية في المحتوى من الفينولاتحيث كان إيجابياً في بعض الأحيان وسلبياً أحياناً أخرى وفي بعض الحالات لم يكن له أي تأثير.

فقد أدت عملية تصنيع ثمار العنبية blueberry إلى مربى أدت إلى خفض محتواها من الفينولات الكلية من 2.73 إلى 0.02 ميكرومول كاتاشين/غ (Barbara *et al*., 2005)، كذلك بين (Klopotek *et al*., 2005) أن عملية بسترة عصير الفريز أدت إلى فقد 27 % من الفينولات الكلية. وقد أشار (Kumar and Chauhan , 2008) إلى أن المعاملة الحرارية قللت من محتوى الفينولات الكلية في بعض منتجات العنبية blueberry بشكل عام بشكل غير معنوي.

من جهة أخرى أدت الحرارة العالية المستخدمة خلال مراحل تصنيع عصير التفاح إلى زيادة في كمية فلورتين غليكوزيد حوالي خمسة أضعاف مقارنة بتلك الموجودة في العصير غير المعرض للحرارة (Spanos *et al*., 1990) ، كذلك ازدادت نسبة الفينولات بمعدل 13 و50 % في صنفي من البندورة المجففة بالمقارنة مع مستوياتها في البندورة الطازجة (Chang *et al*., 2006).

أما تأثير التخزين في المحتوى من الفينولات فقد وجد (Patthamakanokporn , 2004) أن مستوى الفينولات الكلية في ثمار الجوافة انخفض بنسبة 32% عند تخزينها على درجة حرارة −20 ˚C مدة 3 أشهر، في حين لاحظ(Gonzalez *et al*., 2003) أن الفينولات بقيت ثابتة طيلة مدة تخزين الثمار بالتجميد على درجة حرارة −24 ˚C.

2-5-3-2-2 علاقة الفينولات الكلية بالنشاط المضاد للأكسدة:

ازداد الاهتمام والتركيز على أهمية المركبات الفيولية والتي يبدي معظمها نشاطاً قوياً مضاداً للأكسدة إذا ما قورن بفيتامين C و E (Guo *et al*., 2003) .

يعتمد النشاط المضاد للأكسدة للفينولات على خواصها المرجعة كمانحات للهيدروجين (Rice-Evans *et al*., 1995)، وعموماً فإن نشاطها مبني على عدد ومواقع مجموعات الهيدروكسيل إضافة إلى وجود أكثر من رابطة مضاعفة(2−3وا إلى وجود مجموعات وظيفية خارجية (Rice-Evans and Miller., 1998)،كما يعتمد النشاط المضاد للأكسدة للبولي فينول على عدة عوامل : ظروف التصنيع و درجة الحرارة والمدة الزمنية والنشاط المائي ورقم الـ pH وكمية الأكسجين المتاح (Nicoli *et al*., 1999).

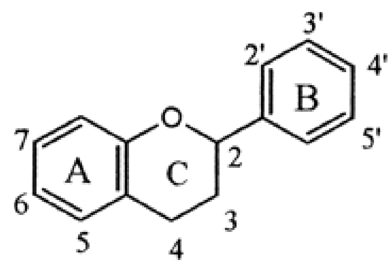
بين (Prior *et al*., 1998) أن علاقة الارتباط ما بين الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة المقدر بطريقة (ORAC) في بعض أصناف العنبية blueberry قوية (r=0.85), كما أكد (Balazs *et al*., 2003) وجود ارتباط خطي بين الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة المقدر بطريقة القوة المرجعة للحديد (FRAP),كما لاحظ(Cevallos-Casals *et al*., 2006; Tomas-Barberan and Bermudez-Soto, 2004) وجود ارتباط قوي بين البولي فينول والنشاط المضاد للأكسدة في ثمار الأرونية السوداء blackchokeberry.

من جهة أخرى لم يجد (Świeca and Gawlik-Dziki , 2008) ارتباطاً بين الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة المقدر وفق (DPPH) في دراسته على الشبت (*Anethum graveolens* L.).

2-5-3-3- الفلافونيدات :

تعـــــد الفلافونويـــــدات مـــــن أهـــــم المركبـــــات الفينوليـــــة التـــــي تصـــــطنعها النباتـــــات (Harborne and William., 2000) وهي توجد بشكل غليكوزيدات (Fuhrman and Aviram, 2002) ، و تشكل 3/2 من المركبات الفينولية في الوجبة الغذائية (Liu, 2004).

عرف منها حتى اليوم أكثر من 6000 مركب (Harborne and William., 2000) ، وهي تمتلك هيكل داي فينيل بروبان ($C_6C_3C_6$)(Fuhrman and Aviram, 2002) ، و تختلف عن بعضها البعض حسب البناء الفراغي ودرجة الحلمأة ودرجة البلمرة (Clifford and Cuppett , 2000) ، وتصنف الفلافونيدات إلى فلافون وفلافونول وفلافانون وفلافانول و أيزوفلافونون وأنثوسيانيدين (Hollman and Arts, 2000)، ويعد الفلافونول الذي يضم الكويرستين ، الكامفيرول والميرستين مركبات منخفضة الوزن الجزيئي وأكثر الفلافونيدات شيوعاً (Hertog *et al*., 1992).



شكل(١) الهيكل العام للفلافونيدات (Liu *et al*., 2004)

تبـدي الفلافونيـدات مجـالاً واسـعاً مـن التـأثيرات البيولوجيـة كمضـادات للالتهـاب و مضـادات بكتيريـة ومضـادات فيروسية ومضـادات حساسية (Cook and Samman, 1996)، كمـا أنهـا تملك خواص وقائيـة ضد العديد من الأمراض (Joshipura *et al*., 2001; Knekt *et al*., 2002) ، حيث تؤخر الاضطرابات في الجسم وتقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب(Hollman, 2001) والسرطان والأمراض المزمنة الأخرى وذلك من خلال منع ضرر الأكسدة (Dangubon ,2007).

تعـد الفلافونيـدات مضـادات أكسـدة هامـة (Bravo, 1998) ،حيـث تقـوم بكـبح الجـذور الحـرة (Chun *et al*., 2003) ، ويعتمد نشاطها البيولوجي على بناءها الكيميائي والمجموعات الأخرى الموجودة في الجزيئة (Yao *et al*., 2004) .

تنتشر الفلافونيدات بشكل واسع في الخضار والفواكه (Hertog *et al*., 1992) ، وتوجد بعض المركبات الفلافونيدية بتراكيز علية في أغذية معينة فمثلاً يوجد الكويرستين بشكل واسع في البصل والميرستين في البروكلـــي والأنثوســـيانين فـــي الفواكـــه الأرجوانيـــة الملونـــة مثـــل التوتيـــات، الكـــرز ، العنـــب (koca *et al*., 2008;Manach *et al*., 2004) .

ذكـر(Hertog *et al*., 1992) أن غليكوزيـد الكويرسـتين يوجـد فـي معظـم الثمـار بينمـا يوجـد الكـامفيرول والميرستين بشكل آثار .

تعد الثمار الملونة مصدر جيد للفلافونيدات(Cieslik *et al.*, 2006 ;Trappey *et al.*, 2005) ، وأهم الفلافونيدات الموجودة في ثمار التوتيات (كويرستين) (Maatta -Riihinen *et al.*, 2004) الذي يتركزمعظمه في قشرة ثمار العنبية blueberry (Cho *et al.,* 1999) .

وجد (Ercisli and Orhan, 2006) في دراسة قام بها على 3 أنواع من ثمار التوت (mulberry) الأبيض والأحمر والأسود أن محتواها ثمار من الفلافونيدات كان 29 و 219 و 276 مغ / 100غ على التوالي مقدراً على أساس كويرستين, كما أشار (Conner *et al.*, 2002) أن الميرستين يوجد بتركيز عال في التوت يصل إلى 45 مغ / 100غ .

كما درس (Hassimotto *et al.*,2008) محتوى ثمار بعض أصناف العليق blackberry من الفلافونيدات الكلية فوجد أنها تراوحت بين 123.29 و 233.34 مغ/100غ، وقد توزعت على الشكل الآتي : إيبكاتشين 20.7−63مغ/100غ و السياندين 91 − 157 مغ/100غ والكويرستين 7.8 −9 مغ/100غ.

<u>1-3-3-5-2 تأثير التصنيع والتخزين في الفلافونيدات:</u>

يختلف تأثير التصنيع في محتوى الثمار من الفلافونيدات باختلاف ظروف التصنيع ، كما يعتمد أيضاً على أنماط الفلافونيدات الموجودة.

ذكر(Hakkinen *et al* ., 2000) أن الفقد الأكبر في الفلافونول يحدث خلال عملية عصر التوتيات , وقد وجد (Skrede *et al*., 2000) أن 65 % من الفلافونول فقدت بعد عصر ثمار العنبية blueberry.

بينت دراسات عديدة أن تأثير المعاملة الحرارية يختلف باختلاف درجة الحرارة المستخدمة ومدة هذه المعاملة.

فقد أدت عملية البسترة لمركزعصير التفاح إلى انخفاض في مستوى الفلافونيدات الكلية بنسبة 25 − 52% (Rembiałkowska *et al*., 2007)، في حين أدى تصنيع ثمار الفريز إلى مربى إلى خفض محتواه من الفلافونيدات بنسبة 15−20 % (Zheng *et al*., 2003)، كما لاحظ (Mohd-Zainol *et al*., 2009) أن عملية التجفيف بالفرن لأحد أنواع الأعشاب (Centella-asiatica) كان له التأثير الأكبر في فقد الفلافونيدات بالمقارنة مع عملية التجفيد حيث بلغ الفقد 97% في المجففة حرارياً و 73 % في تلك المجفدة, كما قادت عملية غلي البصل والهليون لمدة 60 دقيقة إلى حدوث فقد في الفلافونول بنسبة 20.6 و 43.9 % على الترتيب (Makris and Rossiter, 2001) .

من جهة أخرى أدت المعاملة الحرارية للبندورة (88 ْC مدة 2،15،30 دقيقة) إلى زيادة غير معنوية في محتوى الفلافونيدات (Dewanto *et al*., 2002)، في حين وجد (Chang *et al*., 2006) أن تجفيف صنفين من البندورة على درجة 80 ْC مدة 2 ساعة ومن ثم 60 ْC مدة 6 ساعات إلى زيادة في مستوى الفلافونيدات الكلية بلغت 89 % و 50 % . كما أشار(Bruijn *et al*, 2008) أن المعاملة الحرارية (الأولية) للفطر الزراعي أدت إلى زيادة محتوى الفلافونيدات بمعدل (1.4 مرة) مقارنة بالعينة غير المعاملة وذلك عند التسخين على درجة حرارة 121 ْC لمدة 20 دقيقة. بالمقابل لم تؤثر عملية تصنيع التوت إلى مربى

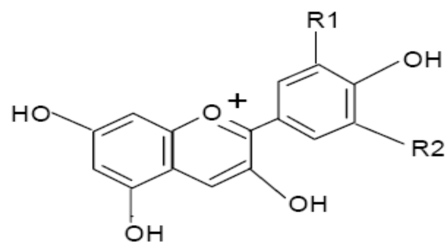
إلـى حـدوث أيـة تغيـرات فـي مسـتوى الفلافونيـدات (Amakura *et al*., 2000).
تبدي الفلافونيدات نشاطاً مضاداً للأكسدة عالياً تجاه أيونات المعادن و جذور البيروكسيل أكثر مما يبديه فيتامين E و C (Cao *et al*., 1997 ;Robards *et al* ., 1999)، و يتأثر هذا النشاط تحت تأثير الحرارة، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة للفلافونيدات في ثمار الفريز الطازجة من 0.272 إلى 0.226 ميكرمول ترولكس/غ وذلك نتيجة تأثير حرارة الغلي لمدة 6 –7دقائق.(Lorena *et al* ., 2004) .
انخفضت الفلافونيدات الكلية في مربيات بعض أصناف الفريز عند تخزينها على درجة حرارة الغرفة وقد تراوحت هذه النسبة بين 2–11%(Clifford and Cuppett, 2000).

2-5-3-3-2 العلاقة بين الفلافونيدات والنشاط المضاد للأكسدة:

درس(Hassimotto *et al*., 2008) علاقة الارتباط بين محتوى الفلافونيدات والنشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة بيتا كاروتين–حمض لينوليك في ثمار العليق blackberry فكانت ضعيفة (0.1)، كما لم يجد (Dangubon ,2007) ارتبـاط الفلافونيـدات والنشـاط الكـابح للجـذور الحـرة (DPPH)، وبين الفلافونيدات والبولي فينولات في بعض أنواع الأعشاب المستخدمة في الأطباق التايلندية، في حين وجـد (Maisuthisakul *et al*., 2007) علاقـة إيجابيـة بينهمـا، وقـد أشـار (Ruangchakpet and Sajjaanantakul ,2007) إلى وجود ارتباط جيد بين النشاط المضاد للأكسدة بطريقة (TAC) والمحتوى من الكويرستين (0.711) في ثمار الكشمش gooseberry.

2-5-3-4–الأنثوسيانينات:

الأنثوسيانين في الإغريقية تعني anthos أزهار، و kyanos تعني أزرق(Beattie *et al*., 2005)، وهي إحدى مجموعـات الفلافونيـدات (koca *et al*., 2008)، وتملـك الهيكـل الكربـوني $C_6C_3C_6$ (Jackman and Smith,1996) الشكل (2)، وهي عبارة عن مجموعة كبيرة من الصبغات الذوابة في الماء والمسـؤولة عـن اللـون الأحمـر والأرجـواني والأزرق التـي تكسـب الثمـار طعـم ولـون وشـكل جـذاب .(Benvenuti *et al*., 2004)
إن الوظيفة الأساسية للأنثوسيانينات في الخلية النباتية هي الحماية ضد مختلف أنواع الجهد كالجفاف والصقيع والأكسدة الضوئية ووجود المعادن الثقيلة (Gould, 2004).
تعد الأنثوسيانينات غليكوزيدات الأنثوسيانيدين(Benvenuti *et al*., 2004) , ويعد الغلوكوز السكر الأكثر شيوعاً بارتباطه بالأنثوسيانين (Lohachoompol, 2007) , ويتنوع الأنثوسيانيدين في تركيبه باختلاف عدد مجموعات الهيدروكسيل والميتوكسيل(Stafford, 1990) ، وهناك ستة أنواع رئيسية من الأنثوسيانيدين في الخضار والفاكهة وهي سيانيدين وبيلاروغوانيدين ومالفيدين ودلفيندين وبيونيدين و بيتونيدين (Wu and Prior, 2005)، ويعتمد اختلاف لون الأنثوسيانين على نوع الأغليكون (Stafford, 1990)كما هو موضح بالجدول (1).



الشكل (2) الهيكل العام للانثوسيانين(Beattie *et al*., 2005)

جدول (1) أنواع الانثوسيانيدينات(Beattie *et al*., 2005)

الأنثوسيانيدين	**R_1**	**R_2**	**اللون**
سيانيدين	OH	H	أحمر
بيلاروغوانيدين	H	H	برتقالي محمر
مالفيدين	OCH_3	OCH_3	أرجواني محمر
دلفيندين	OH	OH	زهري
بيونيدين	OCH_3	H	أرجواني مزرق
بيتونيدين	OCH_3	OH	أرجواني

تظهر الأغذية الغنية بالأنثوسيانين قدرات مضادة للأكسدة مقارنة بالأغذية غير الحاوية على تلك الصبغة، ويعد السيانيدين -3-غليكوزيد مضاد أكسدة قوي إذا ما قورن بالبيلاروغوانيدين- 3- غليكوزيد الذي يعد مضاد أكسدة ضعيف(Hassimotto *et al*., 2005).

ازداد الاهتمام بمكونات الصبغات الطبيعية في الخضار والفواكه والتي تملك فوائد صحية أو تقلل من حدوث الأمراض (Ercisli and Orhan, 2007)، وقد وجد أن الأنثوسيانينات هي مركبات فعالة بيولوجياً (Antunes *et al*., 2003) ، حيث بينت بعض الدراسات أن الأنثوسيانين يملك خواص مضادة للسرطان وأمراض القلب والالتهابات، و لها تأثيرات منشطة للخلية (Beattie *et al*., 2005)، كما أنها تقلل من تضرر الكبد (Yoshimoto ,2001)، إضافة إلى قدرتها على منع أكسدة الكوليسترول الضار(LDL) (Heinonen *et al*., 1998).

وقد استخدمت صبغة الأنثوسيانين بشكل شائع في المحاليل الحامضية كصبغة حمراء في المشروبات والمربيات ومنتجات الخبيز(Syvacy and Sokmen, 2004) .

تعد الثمار غامقة اللون مصادر جيدة للأنثوسيانين(Trappey *et al* ., 2005 ; Cieslik *et al* ., 2006)، ولعل من أهم هذه المصادر ثمار التوتيات مثل التوت الأسود black mulberry و العنبية blueberry و العليق raspberry .

تعد أنواع التوت mulberryمصدراً جيداً لصبغات الأنثوسيانين (Asano *et al*., 2001)، حيث أورد (Ozgen *et al*., 2009a) أن نسبة الأنثوسيانينات الكلية في ثمار التوت الأسود تراوحت بين 25.3 و 83 مغ/ 100غ سيانيدين-3- غليكوزيد ، بينما ذكر (Gerasopoulos and Stavroulakis, 1997) أن المحتوى من الأنثوسيانين في تلك الثماركان فقط 10 مغ / 100غ.

توجد معظم الأنثوسيانينات في ثمار التوت mulberry على صورة سيانيدين -3- غليكوزيد وسيانيدين -3- ريتنوزيد(koca *et al*., 2008) ، بينما ذكر (Gerasopoulos and Stavroulakis, 1997) أن التوت الأسود black mulberry يحتوي فقط على سيانيدين-3- غليكوزيد .

تتركز الأنثوسيانينات في التوت الأسود في جميع خلايا الثمرة في حين تتركز هذه الصبغة في خلايا الطبقة السطحية في الأنواع الأخرى مثل العنبية blueberry (Markakis, 1982).

درس (koca *et al*., 2008) نسبة مساهمة مركبات الأنثوسيانين بالنسبة للأنثوسيانينات الكلية في ثمار التوت الأسود فكانت 56.2 % سيانيدين -3- غليكوزيد و 28.3 % دليفيدين -3- غليكوزيد و 10.1 % سيانيدين- 3- ديغليكوزيد و 5.4 % بيلاروغوانيدين- 3- غليكوزيد.

<u>1-4-3-5-2 تأثير التصنيع والتخزين في الأنثوسيانين:</u>

تتأثر ثباتية الأنثوسيانين بعدة عوامل مثل درجة الحرارة و رقم pH والأكسجين و الضوء و أيونات المعادن والأنزيمات و السكر ونواتج تحطمه (Mazza and Minitiati, 1993) ، كما تتأثر بظروف التخزين بعد القطاف (Conner *et al*., 2002)، حيث لوحظ ازدياد تحطم في الأنثوسيانين بنسبة 30 إلى 60 % بعد 60 يوم من التخزين على درجة حرارة 10-23 ˚C كما أشار (Cabrita *et al*., 2000) .

تؤدي عملية تصنيع ثمار التوتيات إلى منتجات أخرى إلى انخفاض في محتواها من الأنثوسيانين وتدهور لون المنتج (Gimenez *et al*., 2001) ، فقد وجد (Skrede *et al*., 2000) أن عملية استخلاص العصير من ثمار العليق blackberry أدى إلى فقد كبير في محتواها من الأنثوسيانين وصل إلى 50 %.

لاحظ (Wang and Xu, 2007)أن مستوى الانثوسيانين الكلي في عصير و مركز العليق blackberry كان 400.77 و 417.85 مغ/ل على التوالي ، وفي دراسة أخرى بين (Lee *et al*., 2002) أن نسبة الأنثوسيانين الكلي في العصيرالطازج والعصير المبستر و العصيرالمركزللعنبية blueberry كانت 16.6 و 16.5 و 71مغ/100غ على التوالي .

كما قام (Plessi *et al*., 2007) بتقدير نسبة الأنثوسيانينات الكلية في مربيات 3 أنواع من التوتيات فكانت أقل نسبة للأنثوسيانينات في الكشمش الأسود blackcurrant (14مغ/ 100غ) و العليق blackberry (58 مغ/ 100غ) و العليق raspberry (163مغ/ 100غ) ، كما أشار(Wicklund *et al*., 2005) أن مستوى الأنثوسيانين الكلي في مربيات بعض أصناف الفريز تراوح من 35 إلى 41 مغ/100غ.

تعد صبغة الأنثوسيانين حساسة للحرارة حيث تزداد درجة تحطم الأنثوسيانين بزيادة درجة ومدة المعاملة الحرارية (Kopjar, 2009) .

أدت عملية بسترة عصير الفريز إلى فقد في الأنثوسيانين بمعدل 27 % (Klopotek *et al*., 2005)، كما أن درجة الغليان كان لها التأثير الأعظمي في تحطم الأنثوسيانين (Garcia-Viguera *et al*., 1999).

من جهة أخرى يلعب وجو الأكسجين دوراً هاماً في فقد الأنثوسيانينات عن طريق عملية الأكسدة (Lohachoompol, 2007) ويحدث الفقد الأعظم في الصبغة بوجود تركيز عالٍ من الأكسجين (Jackman and Smith, 1996) وقد وُجد أن إزالة الأكسجين يحمي الأنثوسيانين من التحطم الحراري (Rein, 2005) ، كما أشار (Kalt *et al*., 2000) أن الحرارة العالية وظروف الأكسدة تؤدي بشكل عام إلى فقد معنوي في الأنثوسيانينات.

كذلك فإن خفض النشاط المائي عن طريق إضافة السكر يؤمن حماية للأنثوسيانين من التدهور (De Ancos *et al*., 1999) ، ويعتمد تأثير إضافة السكر في الحفاظ على ثباتية الأنثوسيانينات على نوعها وتركيز السكر ونوعه (Nikkhah *et al*., 2007).

قام (Rubinskiene *et al*., 2005) بدراسة تأثير إضافة كل من السكروز والفركتوز و الأسبارتام في ثباتية الأنثوسيانين في المربى المحضر من الكشمش الأسود blackcurrent وجد أنه لم يكن هناك للاسبارتام والسكروز أي تأثير في تدهور الأنثوسيانين(Kopjar, 2009) ، في حين أدت زيادة الفركتوز إلى انخفاض الثباتية الحرارية للأنثوسيانين، كما لاحظ أن ثباتية الصبغة تنخفض عندما يكون تركيز السكروز بين0 و 20% وأن زيادة هذا التركيز إلى 40% أثر إيجاباً في ثباتية الصبغة (Rubinskiene *et al*., 2005).

أكدت الدراسات أن زيادة مدة ودرجة حرارة التخزين تزيد من تحطم الأنثوسيانينات.

لم تتغير الأنثوسيانينات معنوياً عند تخزين ثمار العنبية blueberry على درجة حرارة -20 °C مدة 3 أشهر (Lohachoompol, 2004) ، وقد لاحظ (Carlson, 2003)انخفاض نسبة الأنثوسيانينات في عصير العنبية blueberry المبستر من 810مغ/ل إلى 700 مغ/ل وذلك عند التخزين المبرد (3−5) مدة 3 أشهر.

أدت عملية تخزين المربى على درجة حرارة 25 °C مدة 90 يوم إلى فقد 43% من محتواه من الأنثوسيانينات(Mota, 2006) .

2-5-2-3-4-2 العلاقة بين الأنثوسيانينات والنشاط المضاد للأكسدة:

تمتلك الأنثوسيانيات نشاطاً كابحاً للجذور الحرة(Stintzing *et al*., 2002; Wang *et al*., 1997) ، حيث تعد مسؤولة عن النشاط العالي المضاد للأكسدة في مستخلصات ثمار العليق blackberry ، وقد أشار (Ozgen *et al*., 2007,2008) إلى وجود ارتباط قوي بين الأنثوسيانين الكلي والنشاط المضاد للأكسدة المقدر

بطريقة FRAP ، كما وجد (Hassimotto *et al*., 2008) أن هناك ارتباط عالي بين المحتوى من السيانيدين والنشـــــاط المضــــــاد للأكســــــدة وفــــــق طريقــــــة(FRAP)، كــــــذلك لاحــــــظ (Arabbi *et al*., 2004) وجود علاقة ارتباط خطية (r=0.65) بين محتوى الأنثوسيانين والنشاط المضاد للأكسدة ،وذكر أيضاً (Konczak- Islam *et al*., 2003)أن هناك ارتباطاً بين الأنثوسيانينات و الفينولات من جهــة وبــين الأنثوســيانينات والنشــاط المضــاد للأكســدة مــن جهــة أخــرى ، مــن جهــة أخــرى بــين (Koca and Karadeniz, 2009) أن الارتباط بين الأنثوسيانين والنشاط المضاد للأكسدة في عصائر بعض أنواع التوتيات كان ضعيفاً (r=0.588).

6-2- النشاط المضاد للأكسدة:

تعد الجذور الحرة والأكسجين الوليد (singlet oxygen) من أكثر العوامل المسببة للسرطان وأمراض القلب والسكري (Dangubon, 2007) ، وتقوم مضادات الأكسدة بصورة رئيسية بتثبيط أو تأخير أكسدة الخلايا ، مما يقلل من ضرر الأكسدة على جسم الإنسان(Namiki, 1990). وتعد الخضار والفاكهة مصدر جيد لمضادات الأكسدة الطبيعية كالفيتامينات والكاروتينات والفلافونيدات والمركبات الفينولية الأخرى , Larson (1998) وقد أثبتت الدراسات أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين استهلاك الخضار والفاكهة و الوقاية من العديد من الأمراض المزمنة (Cheung *et al* ., 2003)، ويتأثر النشاط المضاد للأكسدة بالعديد من العوامل مثل الحرارة والأكسجين والدهون ومكونات الغذاء الأخرى(Pokorny *et al*., 2001)، كما يتعلق أيضاً بتركيب وتركيز المركبات المضادة للأكسدة الموجودة في المادة الغذائية حيث يزداد النشاط المضاد للأكسدة بزيادة تركيز تلك المركبات (Bruijn *et al*., 2008) ، وتعد الفينولات الكلية المساهم الأكبر في النشاط المضاد للأكسدة (Karadenuz *et al* ., 2005).

توجد عدة طرائق لتقدير النشاط المضاد للأكسدة ، وتستخدم عادة أكثر من طريقة لتقدير النشاط المضاد للأكسدة, لأنه لا توجد طريقة واحدة تعكس بدقة الفعالية المضادة للأكسدة (Seeram *et al* ., 2008). من أبسطها وأهمها تلك الطر ائق التي تستخدم جهاز المطياف الضوئي ونذكرمنها:

2-6-1- قياس النشاط الكابح للجذور الحرة (DPPH) (2,2diphenyl-picryl hydrazyl): يعرف الـ DPPHبأنه جذر حر ثابت، محلوله الميتانولي بنفسجي اللون، يتفاعل الجذر الحر DPPHبشكل مباشر وسريع مع المركبات المضادة للأكسدة ، وعندما يتلقى جذر DPPH الحر البروتون من المركبات المضادة الأكسدة يتحول إلى جذر غير فعال و يزول اللون البنفسجي لمحلوله الميثانولي ويصبح أصفر شاحب، وقد وُضِحت ميكانيكية تفاعل الجذر الحر DPPH مع مضادات الأكسدة (AH) على النحو التالي (Stjepan *et al*., 2005):

$$\text{DPPH}^{\cdot} + \text{AH} \longrightarrow \text{DPPH-H} + \text{A}^{\cdot}$$

لون بنفسجي   لون أصفر شاحب

2-6-2- قياس القوة المضادة للأكسدة لإرجاع الحديد (FRAP)

:(Ferric Reducing Antioxidant Power)

وتعتمد على إرجاع الحديد الثلاثي Fe^{+3} إلى الحديد الثنائي Fe^{+2}

$$Fe^{+3} + AH \longrightarrow Fe^{+2} + AH^{+}$$

(Dangubon ,2007)

تمتلك ثمار التوتياتنشاطاً عالياً مضاداً للأكسدة, حيث بلغ النشاط المضاد للأكسدة بطريقة FRAP لأنواع Ribes ,Rubus ,Vaccinium 74.1 , 79.2, 86.7ميكرومول/غ على الترتيب (Sirwoharni *et al* ., 2004)، بينما تراوحت قيمة FRAP في دراسة أخرى لأنواع Rubus بين 0.19 و 65.67 ميكرومول / غ (Deighton *et al*., 2000)، وتراوحت قيمة FRAP في بعض أصناف العليق blackberry والعنبية blueberry بين 35.05 و 70.41ميكرومول / غ و من 7.41إلى 7.92 ميكرومول / غ على التوالي(Liu *et al*., 2004) ،وفي دراسة قام بها (Wicklund *et al*., 2005) تراوح النشاط المضاد للأكسدة بطريقة(FRAP) في مربى الفريز بين 9.1 و12.5 ميلي مول /100غ.

يبدي التوت(mulberry)أيضاً نشاطاً قوياً مضاداً للأكسدة وفق طريقة FRAP ففي دراسة قام بها (koca *et al*.,2008) على ثمار التوت الأحمر بلغت قيمة FRAP 33.9 ميكرومول / غ على أساس كبريتات الحديدي $FeSO_4$ ،في حين وجد(Ozgen *et al*, 2009a) أن تلك القيمة تراوحت في بين 3.7 و 7.7 ميكرومول ترولكس / غ ، كما قدر (Hassimotto *et al* ., 2005) النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين – حمض اللينولييك في بعض أنواع (mulberry) فتراوحت بين 64.6 و78 % ، وبلغت أيضاً قيمة النشاط المضاد للأكسدة وفق نفس الطريقة في بعض أصناف العليق blackberry بين 66 و 72 % .(Hassimotto *et al*.,2008)

2-6-1- تأثير التصنيع والتخزين في النشاط المضاد للأكسدة:

يختلف تأثير التصنيع في النشاط المضاد للأكسدة في الأغذيةفأحياناً ينخفض وأحياناً يزداد وقد لايتأثر (Kormin , 2005). وربما يعود ذلك بشكل أساسي إلى فقد في مضادات الأكسدة الطبيعية الموجودة ، أو إلى وجود مركبات مضادة للأكسدة ثابتة تجاه الحرارة, أوتشكل مركبات جديدة لها خواص مضادة للأكسدة مثل منتجات تفاعل ميلارد (Nicoli *et al*., 1999).

تعد الثمار الطازجة أغنى المصادر الطبيعية بمضادات الأكسدة ، وتؤدي عمليات التصنيع لإستخلاص العصير من ثمارها إلى انخفاض نشاطها المضاد للأكسدة عما هو عليه في الثمار .(Borowska *et al*., 2005).

لاحظ (Lee and Wrolstad , 2004) انخفاض النشاط المضاد للأكسدة لثمار العنبية blueberry وفق FRAP من 39.9 ميكرومول / غ ترولوكس إلى 7 ميكرومول / غ ترولوكس في لب الثمار.

بين (Gil-Izquierdo *et al*., 2002) في دراسته اختلاف تأثير درجة حرارة بسترة عصير البرتقال في النشاط الكابح للجذور الحرة مقدراً على أساس فيتامين C، إذ ازداد النشاط المضاد للأكسدة في العصير من 126.8 مغ/100غ قبل البسترة إلى ١٣٥,٣ مغ/100غ عند البسترة على 75 °C مدة 30 ثانية ، في حين انخفض من 150.1 إلى 143.7 مغ/100غ بعد بسترته على 95 °C لمدة 30 ثانية.

كما كان للمعاملة الحرارية تأثير سلبي في النشاط المضاد للأكسدة وذلك عند بسترة عجينة التفاح على درجة حرارة ٧٠ °C لمدة 20 د(Rembiałkowska *et al* ., 2007) , وأيضاً انخفض النشاط الكابح للجذور الحرة وفق طريقة DPPH عند بسترة عصير البرتقال الماوردي على درجة 80 °C مدة 6 د مقارنة بالعينات غير المعاملة حراريا (Lo Scalzo *et al* ., 2004) .

من جهة أخرى لم تؤد المعاملة الحرارية للفطر الزراعي إلى أي تغير في النشاط المضاد للأكسدة المقدر وفقFRAP وذلك عند تعريضه لدرجة حرارة 121 °C مدة 20 د (Bruijn *et al*., 2008) .

أورد (Wu , 2008) أن تخزين ثمار العليقblackberry على درجة حرارة -23 °C لمدة 6 أشهر أدى إلى انخفاض النشاط المضاد للأكسدة وفق(DPPH) بنسبة 39% ، كما انخفض هذا النشاط بنسبة 57% عند تخزين المربى المحضر من تلك الثمار على حرارة الغرفة لمدة 6 أشهر.

ذكر (Yang *et al*., 2007) في دراسته أن تخزين عصير التوت الهندي (morinda citrifolia)لمدة 3 أشهر على درجة حرارة −18 و4 و24 °C قد أدى إلى انخفاض النشاط المضاد للأكسدة مقدراً وفق طريقة الـ(DPPH) بمقدار 15 و55 و90% على التوالي.

الفصل الثالث

مواد البحث و طرائق التحليل:

MATYERIALS &METHODS

– مواد البحث و طرائق التحليل:

3-1- مواد البحث :

3-1-1-ثمار التوت الشامي (F):أخذت ثمار التوت الشامي(*morus nigra*) من السوق المحلية لمدينة دمشق في موسم النضج في شهر آب من عام 2008،حفظ جزء منها مباشرة بالتجميد على درجة حرار ة $-18^{\circ}C$ لمدة 6 أشهر، وحضر العصير من الجزء الآخر من الثمار.

3-1-2-تحضير عصير التوت الشامي(J) :عصر القسم الباقي من الثمار بعصارة الفاكهة و مرر عبر مصافي ستانلس ستيل أقطار ثقوبها ٠,٥ مم.

3-1-3-تحضير مركزي عصير التوت الشامي(JO) و(JV): تم تر كيز عصير التوت الشامي إلى درجة بريكس 68 % بطريقتين الأولى تعتمد على التكثيف بالغليان في الوعاء المكشوف ورمز لهذه المعاملة بالحرفين(JO) وهي طريقة شائعة الاستخدام في الصناعات المنزلية وأغلب معامل الأغذية، و الثانية تعتمد على التكثيف تحت تفريغ (على درجة حرارة $55^{\circ}C$) ورمز لهذه المعاملة (JV). حفظ مركز عصير التوت الشامي (JO) على درجة حرارة $5^{\circ}C$ لمدة 6 أشهر.

3-1-4-تحضير مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية(JHC): تم تحضير المربى العادي بأخذ مزيج ثمار التوت الشامي والسكروز بنسبة 45:55 ووضع في خلاط منزلي مدة 15 ثانية، بعد ذلك رفع المزيج على النار وأضيف إليه 0.3 % حمض الليمون، ويسخن على النار حتى الوصول إلى تركيز نهائي68 %. حفظ المربى الناتج على درجة حرارة الغرفة لمدة 6 أشهر.

3-1-5-تحضير مربى التوت منخفض السعرات الحرارية(JLC): وضعت ثمار التوت الشامي في خلاط كهربائي منزلي مدة 15 ثانية ثم أضيف إليها 5 .0% محلي صناعي (أسيسلفام ك) و2% بكتين و 0.3% حمض الليمون و0.1% بنزوات الصوديوم و0.1% سوربات الصوديوم، ثم رفع المزيج على النار حتى الوصول إلى تركيز نهائي 37 %. حفظ الناتج على درجة حرارة الغرفة لمدة 6 أشهر.

3-2- طرائق التحليل:

3-2-1- التركيب الكيميائي:

تم تعيين الرطوبةوالرماد و الحموضة القابلة للمعايرةوالسكريات الكلية والسكريات المرجعة و الألياف وفقاً للطرق الواردة في (AOAC, 2000).

عبر عن الرطوبةو الرمادو الألياف الخامو السكريات الكلية والمرجعة كنسب مئوية لثلاثة مكررات ، كما عبر عن الحموضة الكلية كنسبة مئوية لحمض الليمون ، كما عينت الألياف الخام بعد هضم العينة بالحمض الممدد والقلوي الممدد وذلك وفق الطريقة الواردة في AOAC لعام 2000 .

تم تعيين الجوامد الكلية الذائبة (TSS) باستخدام مقياس انكسار ياباني نموذج A054 مزود بمقياس بركس وعبر عنها بدرجة بركس بالدرجة 20C° ، وقيس رقم pH بمقياس كهربائي مخبري .

3-2-2- تعيين المواد الفعالة بيولوجياً :

3-2-2-1- تعيين حمض الأسكوربيك: تم تعيين حمض الأسكوربيك باستخدام طريقة المعايرة بصبغة 2, 6- ثنائي كلوروفينول إندوفينول التي تعمل على أكسدة حمض الأسكوربيك إلى حمض الأسكوربيك منزوع الهيدروجين(AOAC, 2000).

3-2-2-2- تعيين الأنثوسيانينات: استخلصت الأنثوسيانينات وفقاً لطريقة (Stintzing *et al*., 2002) مع بعض التعديلات وذلك باستخدام مزيج من الميتانول المحمض ب HCl 1% بنسبة (15:85) ، ثم قيس امتصاص الأنتوسيانينات عند طول موجة الامتصاص العظمى (516 نانومتر) باستخدام جهاز المطياف الضوئي GBC نموذج 911، ثم حسب تركيز الأنثوسيانينات على أساس سيانيدين -3 -غليكوزيد حسب المعادلة :

$$A=a_{m516}.b.c$$

حيث يشير :

A:الامتصاص عند طول موجة الامتصاص العظمى

a:معامل الامتصاص الجزيئي لسيانيدين-3 غليكوزيد296000(الوزن الجزيئي 448.8)

b:طول الخلية= 1سم

c :التركيز (مغ /100غ)

3-2-2-3 تعيين الفينولات : الاستخلاص : استخلصت الفينولات الكلية وفقاً لطريقة (Wada and Ou, 2002) مع بعض التعديلات. أخذ 1غ من العينة ، و أضيف إليها 30 مل إيتانول مطلق و مزجت بشكل جيد لمدة ١٥دقيقة بدرجة حرارة الغرفة باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى وبعدها ثفلت العينة بجهاز طرد مركزي مخبري (3000 rpm) و أخذ السائل الرائق للتحليل.

التعيين : عينت الفينولات كمياً باستخدام طريقة Folin – Ciocalteu المستخدمة من قبل (Asami *et al*., 2003) مع بعض التعديل حيث أخذ 0.5-2 مل من العينة التي سبق تحضيرها وأضيف لها 3- 4.5 مل من الماء المقطر و 0.2 مل من كاشف فولين و وضعت في دورق حجمي معياري سعة 10مل . رج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لمدة دقيقتين ، ثم أضيف بعدها ٤ مل من كربونات الصوديوم (7 ٪) وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة. خلط المزيج السابق و ترك لمدة ساعتين على حرارة الغرفة ، ثم رشح و قيس امتصاصه بالمطياف الضوئي على طول موجة750نانومتروعبر عن النتائج بـ مغ/ 100غ على أساس مكافئ حمض غاليك.

3-2-2-4- تعيين الفلافونيدات: تم استخلاص الفلافونيدات الكلية من العينات المدروسة وفق طريقة (Marinova *et al*., 2005) ، فأخذ 1 غ من العينة وأضيف إليها 50 مل ميثانول 80% ومزجت بشكل جيد لمدة 10 دقائق بدرجة حرارة الغرفة باستخدام محرك مغناطيسي ثم ثفلت بجهاز طرد مركزي . أخذ ١مل من المستخلص إلى دورق معياري (10مل) فيه 4 مل ماء منزوع الشوارد، بعدها أضيف الى الدورق 0.3 مل نتريت الصوديوم (5%) و بعد الانتظار 5 دقائق أضيف 0.3 مل كلوريد الالمنيوم (10%) وفي الدقيقة السادسة اضيف2مل ماءات الصوديوم 1مولإ و أكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، و مزج المحلول بشكل جيد. قيست الامتصاصية على طول الموجة 510 نانومتر وعبرعن النتيجة على أساس مكافئ كيورستين مغ/100غ.

حساب المركبات الفعالة بيولوجياً في المربيات على أساس وزن الفاكهة الطازجة:

لتعويض فقد الماء الحاصل أثناء إعداد المربيات وتأثير ذلك على المواد الفعالة بيولوجياً ، فقد عبر عنها على أساس 100 غ وزن فاكهة طازجة اعتماداً على ميزان الكتلة للجوامد الذوابة الكلية(بريكس) وباتباع المعادلات الآتية:

وزن المربى= وزن الفاكهة الطازجة المستعملة في المربى x بريكس الفاكهة الطازجة+ (وزن السكر +وزن البكتين)/بريكس المربى

ولحساب كمية الفاكهة الطازجة الموجودة في 100غ مربى نطبق المعادلة الآتية:

وزن الفاكهة الطازجة في 100غ مربى= وزن الفاكهة الطازجة المستعملة في المربى/وزن المربىx100.

3-2-3- تعيين النشاط المضاد للأكسدة:

3-2-3-1- تعيين النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH:

(4,4-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

قيس النشاط الكابح للجذور الحرة وفق طريقة DPPH المتبعة من قبل (Singh *et al*., 2002) **وهي** كما يأتي: أضيف إلى المستخلصات الكحولية للعينات (1 غ عينة في 100 مل ميثانول) نفس الحجم من محلول DPPH (60 ميكرومول في الميثانول) ،وبعد مزج وخلط المزيج السابق بخلاط الأنابيب (votex) والانتظار لمدة 30 دقيقة ، قيس الامتصاص على طول موجة 517 نانومتر .عبر عن النشاط المضاد للأكسدة بحساب النسبة المئوية لتثبيط الجذر الحر من المعادلة:

$$\% \text{ Inhibition} = [(A - Á)/ A] \times 100$$

A : امتصاص الشاهد

Á : امتصاص العينة

قورن النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الشامي ومنتجاته بمثيله مضاد الأكسدة المرجعي بوتيل هيدروكي أنيسول (BHA) الذي حضر بتركيز 5 مغ/100مل ميثانول.

3-2-3-2- تعيين النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة FRAP :

(Ferric reducing antioxidant power)

قيست القوة المضادة للأكسدة وهي قوة مرجعة ، بإرجاع الحديد ثلاثي التكافؤ إلى حديد ثنائي التكافؤ وفق (Gulcin,2006) مع بعض التعديلات. أخذ 1 مل من مستخلص العينة الكحولي وأضيف 2.5 مل محلول فوسفاتي موقي (0.2M مولار ، pH=6.6) و 2.5 مل محلول فري سيانيد البوتاسيوم (0.1 %وزن/حجم)، ثم حضن المزيج في حمام مائي على درجة حرارة50 °C لمدة 20 دقيقة، بعد ذلك أضيف للمزيج 2.5 مل محلول ثلاثي كلور حمض الخل 10%. أخذ من المزيج السابق 2.5 مل وأضيف إليه 2.5 مل ماء مقطر و 0.5 مل محلول كلور الحديد (0.1 %)، حضن المزيج لمدة نصف ساعة ثم قيست الامتصاصية على طول الموجة 700 نانومتر.عبر عن قيمة FRAP بـ ميكرومول مكافئ حمض الغاليك في غرام عينة.

3-2-4- *التحليل الاحصائي:* حللت النتائج باعتبارها تصميم قطاعات عشوائية كاملة باستخدام برنامج SPSS الاصدار 17و أدخلت نتائج المكررات الثلاثة لكل تعيين وحللت البيانات لمعرفة الاختلافات(ANOVA)، وحسبت المتوسطات والانحراف المعياري، ثم قورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى ($P< 0.05$) بطريقة LSD.

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

RESULTS & DISCUSSION

- النتائج والمناقشة

4-1- التركيب الكيميائي لثمار التوت الشامي:

تختلف نسبة الرطوبة والمادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة في ثمار التوتيات باختلاف الأنواع والأصناف والظروف البيئية والمناخية.

بلغت النسبة المئوية للرطوبة في ثمار التوت الشامي 76.06 % كما هو مبين بالجدول 2 .

ذكر (Ercisli and Orhan, 2006) أن المحتوى الرطوبي في ثمار التوت الأسود كان 72.6%، في حين كان المحتوى الرطوبي 80.9% في دراسة أجراها (Zadernowski *et al*., 2005)

تبين النتائج الواردة في الجدول (2) أن محتوى ثمار التوت الشامي من المواد الصلبة الذائبة الكلية بلغ 20.35 بريكس، وقد جاءت هذه النتيجة موافقة للدراسة التي قام بها (Ozgen *et al*., 2009b) حيث تراوحت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في ثمار بعض أصناف التوت الأسود المزروعة في تركيا بين 18 و23.9%، كما كان محتوى ثمار التوت الشامي المدروسة من المواد الصلبة الذائبة الكلية قريبة مما أشار إليه(Ercisli and Orhan, 2008) في دراستهما حيث تراوحت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في ثمار التوت الأسود بين 14.3 و19.35% , كما لاحظ (Ercisli and Orhan, 2006) أن نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في ثمار التوت الأسود كانت 16.7 بريكس ، كما تراوحت تلك النسبة في ثمار التوت الأسود بين 3.25 و 11.75 بريكس في دراسة قام بها (Liu *et al*.,2004).

وترجع الاختلافات في المحتوى من المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى اختلاف الأنواع والأصناف والظروف البيئية(Ozgen *et al*., 2009b ; Ercisli and Orhan, 2006).

بلغ رقم pH 3.4، بينما بلغت النسبة المئوية للحموضة الكلية في ثمار التوت الشامي المدروسة 1.58% (الجدول 2).

جاء رقم pHثمار التوت الشامي موافقاً لما وجده (Ercisli and Orhan, 2008) في دراستيهما على ثمار بعض أصناف التوت الأسود حيث تراوح رقم pH من 3.43 إلى 3.66 ، في حين كانت النسبة المئوية للحموضة الكلية في ثمار التوت الشامي أقل من تلك التي لاحظها (Ozgen *et al*., 2009b) والتي بلغت 2.18 % .

تبين نتائج الدراسة أن محتوى ثمار التوت الشامي من السكريات المرجعة والكلية بلغ 14.42 و16.84% على التوالي ، وقد كان مستوى السكريات المرجعة في ثمار التوت الشامي قريباً مما وجده (Ozgen *et al*., 2009) حيث تراوحت نسبة السكريات المرجعة في ثمار التوت الأسود بين 10.04 و 13.6 %، كما

اقترب المحتوى من السكريات الكلية في ثمار التوت الشامي مما ذكره (Elmaci and Altug, 2002) حيث تراوحت النسبة المئوية للسكريات الكلية في ثمار التوت الأسود بين 11.3 و 16.3%، في حين بلغت تلك النسبة في بعض ثمار التوتيات بين 3.88 و 14.15 % (Alarcao *et al* ., 2001) .

جدول(2) التركيب الكيميائي والمواد الفعالة بيولوجياً في ثمار التوت الشامي

CHEMICAL COMPOSITION[1]	
TSS	20.35 ±0.06
Moisture	76.06 ±0.16
Ash	0.9891±0.001
Fiber	3.04±0.05
TAC	1.58±0.03
pH	3.45±0.05
R-sugar	14.54±0.13
T-sugar	16.84±0.07
Biological active compounds[2]	
Ascorbic Acid	15.47±0.49
T-phenols	1199.88±12.74
Flavonoids	374.1±6.03
Anthocyanins	184.06±2.52

[1] TSS الجوامد الكلية الذوابة (Brix) ، Moisture : النسبة المئوية للرطوبة % ،Ash : النسبة المئوية للرماد % ،Fiber : النسبة المئوية للألياف الخام % ، TAC:الحموضة الكلية معبراً عنها كحمض الليمون % ، T-sugar: السكريات الكلية(غ/100غ)، R-sugar: السكريات المرجعة(غ/100غ)،. Ascorbic:

[2] Acid حمض الأسكوربيك مغ/100غ،T-phenols : الفينولات الكلية مقدرة مغ حمض غاليك/100غ

Flavonoids: الفلافونيويدات مقدرة مغ كويرستين/100غ ، Anthocyanins: الأنثوسيانينات مقدرة مغ سيانيدين-3- غليكوزيد /100غ.

يلاحظ من الجدول (2) أن النسبة المئوية للألياف في ثمار التوت الشامي بلغت و3.04% على التوالي و هذا يؤكد غنى ثمار التوت الشاميبالألياف وا إمكانية استخدامها في أغذية الحمية، بينما بلغت النسبة المئوية للرماد 0.9891%.

بين(Ercisli and Orhan, 2006) أن النسبة المئوية للرماد في ثمار التوت الأبيض والأسود كانت 0.75 و 0.92% على التوالي ، وربما تعود الاختلافات في نسبة الرماد بين الدراسات إلى اختلاف الأنواع وظروف النمو والظروف الجغرافية.

2-4- المركبات الفعالة بيولوجياً في ثمار التوت الشامي:

تعد ثمارلتوات الشامي مصدراً غنياً بالمركبات الفعالة بيولوجياً والتي تملك دوراً هاماً مضاداً للأكسدة والتي من أبرزها:

1-2-4- حمض الأسكوربيك :

بينت نتائج الدراسة أن مستوى حمض الأسكوربيك في ثمار التوت الشامي كان 15.47 مغ/100غ (الجدول 2) ، وهذه النتيجة وافقت (Ercisli and Orhan, 2008) بأن نسبة حمض الأسكوربيك في ثمار بعض أصناف التوت الأسود تراوحت بين 14.9 و 18.7 مغ/100غ ،وتوافقت أيضاً مع ماوجده (Hassimotto *et al*., 2008) في ثمار بعض أصناف العليق blackberry والتي تراوحت بين 9.9 و 21 مغ/100غ، وقد تعزى هذه الاختلافات في مستوى حمض الأسكوربيك بين الدراسات إلى اختلاف الصنف والظروف البيئية و المناخية ودرجة النضج (Yeung and Laquatra, 2003).

2-2-4- الفينولات الكلية:

تعد الفينولات مضادات أكسدة هامةتقوم بكبح الجذور الحرة ،كما تبدي مجالاً واسعاً من التأثيرات البيولوجية.

بلغت نسبة الفينولات الكلية في ثمار التوت الشامي 1199.88 مغ/100غ (الجدول.2).

تعد ثمار التوت الأسود غنية بمحتواها من الفينولات الكلية، وقد بينت العديد من الدراسات أن اختلاف درجة النضج و الصنف والظروف البيئية يؤثر في محتواها من الفينولات الكلية (Deighton *et al*., 2000 ;Shahidi and Naczk, 2004)، فقد وجد(Ercisli and Orhan, 2006) أن محتوى ثمار التوت الأسود من الفينولات الكلية بلغ 1422 مغ/100غ، كما تراوحت في دراسة أجراها (Ozgen *et al*., 2009,2008) بين 1515 و 2570 مغ/100غ وبين 176.6 و 348.8 مغ/100غ على التوالي.

3-2-4- الفلافونيدات:

بينت الدراسة أن محتوى ثمار التوت الشامي من الفلافونيدات الكلية كان 374.1 مغ/100غ (الجدول.2)، وقد تفوقت ثمار التوت الشامي المدروسة بمحتواها من الفلافونيدات على بعض ثمار التوتيات في الدراسات السابقة.

فقد وجد (Ercisli and Orhan, 2006) أن نسبة الفلافونيدات الكلية في ثمار التوت الأسود كانت 276 مغ كويرستين/100غ ، في حين تراوحت في ثمار بعض أصناف العليق blackberry بين 123.29 و 233.34 مغ كويرستين/100غ (Hassimotto *et al*., 2008).

4-2-4- الأنثوسيانينات:

يظهر الجدول (2) أن نسبة الانثوسيانينات في ثمار التوت الشامي بلغت 184.06 مغ/100غ سيانيدين-3-غليكوزيد ، وقد أشارت المراجع إلى تباين في نسب الانثوسيانينات في ثمار التوتيات، فتراوحت في ثمار التوت الأسود بين 14.7 و 272.5 مغ/100غ (Liu *et al.*,2004)، وبين 25.3 و 83 مغ/100غ (*et al.*, Ozgen 2009a) ،وبين 187 و 414 مغ/100غ (Siksnianas *et al.*,2006)، بينما كانت في ثمار الكشمش blackcurrant 262 مغ/100غ (Plessi *et al.*, 2007).

4-3- النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الشامي:

يختلف النشاط المضاد للأكسدة باختلاف أنواع وأصناف ثمار التوت الشامي والظروف الجغرافية والبيئية السائدة ، كما يتأثر بتركيز مضادات الأكسدة الموجودة، وبطريقة تعيين هذا النشاط فلها دور أساسي في إظهار الفعل المضاد الموجود في المادة المختبرة .

وهكذا بلغ النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الشامي المقدر وفق طريقة النشاط الكابح للجذر الحرة (DPPH) 82.4%، وكانت وفق طريقة القوة المرجعة للحديد (FRAP) 14.2 ميكروغرام حمض غاليك /غ الجدول(3).

جدول(3) النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الشامي

Antioxidant activity method	
DPPH(1)	82.4±0.26
FRAP(2)	14.2±0.13

(1)DPPH% :النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة.

(2)FRAP: القوة المرجعة للحديد ميكروغرام حمض غاليك /غ توت .

وجد كل من (Ozgen *et al.*, 2009a; Bae and Suh, 2007) في دراستيهما أن قيمة الـ FRAP في ثمار التوت الأسود كانت ضعف ماهو موجود في ثمار التوت الأحمر، إذ تراوحت مابين 7.3 إلى 16.9 ميكرومول ترولكس/غ في ثمار التوت الأسود وبين 3.7 إلى 7.7 ميكرومول ترولكس/غ في ثمار التوت الأحمر.

4-4- تأثير المعاملات التصنيعية في التركيب الكيميائي وعوامل الجودة:

تشمل العمليات التصنيعية التي تمت على ثمار التوت الشامي عملية استخلاص العصير ، تركيز العصير للحصول على مركز عصير لتوت الشامي بطريقتين الأولى الغليان المباشر وهي الأكثر انتشاراً في سورية ، والثانية التركيز تحت تفريغ وتحضير نوعين من مربيات التوت الشامي.

4-4-1- عملية استخلاص العصير:

4-4-1-1- التركيب الكيميائي:

يبين الجدول (6) وجود فروق معنويـة($p<0.05$) بالنسبة للمحتوى من الرطوبـة والألياف والسكريات الكلية بين كل من ثمار وعصير التوت الشامي.

يلاحظ من الجدول (4) ارتفاع الرطوبـة من 76.06% في ثمار التوت الشامي إلى 79.53% في عصيره وكان هذا الارتفاع معنوياً ($p<0.05$)، ويعود ذلك لاستبعاد التفل أثناء عملية العصر والتصفية.

هذا ولم يلاحظ وجود اختلاف معنوي ($p<0.05$) في المحتوى من المواد الصلبة الذائبة الكلية في ثمار التوت الشامي وعصيره (الجدول4)، حيث سجلا متوسطاً من المواد الصلبة الذائبة الكلية 20.35 و 20.27 بريكس على التوالي، ويعزى السبب في عدم وجود اختلاف معنوي في المواد الصلبة الذائبة إلى أن الألياف المزالة بعملية استخلاص العصير لاتعد من المواد الصلبة الذائبة في الماء .

يوضح التحليل الإحصائي لبيانات الجدول(4) أن عملية استخلاص العصير لم يكن لها أي تأثير على كل من الحموضة الكلية ورقم الـ pH .

جدول(4) التركيب الكيميائي لثمار التوت الشامي وعصيره

Chemical Composition	F	J
TSS	20.35 ±0.06 [a]	20.27±0.09 [a]
Moisture	76.06 ±0.16 [a]	79.53±0.2 [b]
Ash	0.9891±0.001 [a]	0.9911±0.016 [a]
Fiber	3.04±0.05 [b]	0.2±0.02 [a]
TAC	1.58±0.03 [a]	1.61±0.07 [a]
pH	3.45±0.05 [a]	3.47±0.03 [a]
R-sugar	14.54±0.13 [a]	14.66±0.04 [a]
T-sugar	16.84±0.07 [a]	15.85±0.11 [b]

F : ثمار التوت الشامي

J : عصير التوت الشامي

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية ($P< 0.05$)

TSS الجوامد الكلية الذوابة (Brix) ، Moisture : النسبة المئوية للرطوبة % ،Ash : النسبة المئوية للرماد % ،Fiber : النسبة المئوية للألياف الخام % ، TAC: الحموضة الكلية معبراًعنها كحمض الليمون % ، T-sugar: السكريات الكلية(غ/100غ)، R-sugar: السكريات المرجعة(غ/100غ).

تبين نتائج الدراسة أن محتوى عصير التوت الشامي من السكريات المرجعة والكلية بلغ 14.66 و 15.58 غ/100غ على التوالي الجدول(4).

كما يشير الجدول(4) إلى عدم وجود فروق معنوية بالنسبة للمحتوى من السكريات المرجعة، بينما يلاحظ وجود فرق معنوي($p<0.05$) في كمية السكريات الكلية في ثمار وعصير التوت الشامي.

تظهر النتائج المدونة في الجدول (4) أنه لم يكن هناك فرق معنوي في المحتوى من الرماد لكل من ثمار و عصير التوت الشامي والتي بلغت 0.9891 و 0.9911 % على التوالي.

أما بالنسبة للألياف فقد أدت عملية استخلاص العصير إلى حدوث انخفاض معنوي في الألياف بلغ 93.4% ، ويفسر ذلك باستبعاد التفل الذي يحوي النسبة العظمى من الألياف أثناء عملية العصر والتصفية.

4-4-1-2- المركبات الفعالة بيولوجياً:

يلاحظ من خلال الجدول(6) أن عملية استخلاص العصير أثرت بشكل معنوي($p<0.05$) في المركبات الفعالة بيولوجياً.

4-4-1-2-1 حمض الأسكوربيك :

يبين الجدول (5) انخفاضاً في مستوى حمض الأسكوربيك بنسبة 25.6%،وقد بينت الدراسات حدوث فقد كبير في مستوى حمض الأسكوربيك عند عصر ثمار التوتيات (Hakkinen *et al*., 2000) ، وقد يعزى ذلك إلى استبعاد التفل الذي يمتز عليه جزء من حمض الأسكوربيك, كماأشار (Klopotek *et al*., 2005) حيث بلغت نسبة فقد حمض الأسكوربيك 35% عند عصر ثمار الفريز، كما بين (Yeung and Laquatra,2003) حدوث انخفاض في مستوى حمض الأسكوربيك من 53 مغ/100غ في ثمار البرتقال إلى 34.4 مغ/100غ في عصيره، أي كانت نسبة الفقد 35%. ويغلب سبب فقد حمض الأسكوربيك إلى تحرر أنزيم أسكوربيك أكسيداز عند تخرب خلايا نسج هذه الفاكهة.

جدول(5) محتوى ثمار التوت الشامي وعصيره من المركبات الفعالة بيولوجياً

Biological active compounds	F	J
Ascorbic Acid	15.47±0.49 [b]	11.51±0.5 [a]
T-phenols	1199.88±12.74 [b]	919.99±3.75 [a]
Flavonoids	374.1±6.03 [b]	310.85±14.59 [a]
Anthocyanins	184.06±2.52 [b]	116.42±1.3 [a]

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية ($P < 0.05$)

F : ثمار التوت الشامي

J : عصير التوت الشامي

Ascorbic Acid: حمض الأسكوربيك مغ/100غ.

T-phenols: الفينولات الكلية مقدرة مغ حمض غاليك/100غ

Flavonoids: الفلافونيدات مقدرة مغ كويرستين/100غ

Anthocyanins: الأنثوسيانينات مقدرة مغ سيانيدين-3- غليكوزيد /100غ.

4-4-1-2-2- الفينولات الكلية:

بينت النتائج الواردة في الجدول (5) حدوث فقد معنوي ($p<0.05$) في الفينولات أثناء عملية استخلاص العصير وتصفيته، حيث انخفضت نسبة الفينولات الكلية في ثمار التوت الشامي من 1199.88 إلى 919.99 مغ حمض غاليك /100غ في العصير وبنسبة فقد بلغت 23.3% .

جاءت هذه النتيجة موافقة لما أورده (Klopotek *et al*., 2005) الذي وجد أن استخلاص العصير من ثمار الفريز أدى إلى حدوث فقد في الفينولات الكلية تراوح بين 19 إلى 23%، كما أشار(Lee *et al*., 2002) أن 15 إلى 20% من الفينولات تبقى مع التفل الذي يستبعد من العصير .

4-4-1-2-3- الفلافونيدات:

يلاحظ من الجدول (5)حدوث انخفاض في محتوى عصير التوت الشامي من الفلافونيدات مقارنة بثمار ها بنسبة 11.56% ويمكن أن يفسرهذا الانخفاض بأن نسبة من الفلافونيدات تفقد بإزالة التفل، حيث أكد (Hakkinen *et al*., 2000) أن الفقد الأكبر في الفلافونول يحدث خلال عصر ثمار التوتيات ،كما أشار (Skrede *et al*., 2000) أن نسبة الفقد من الفلافونيدات وصلت إلى 65% عند عصر ثمار العنبية blueberry.

4-4-1-2-4- الأنثوسيانينات:

يظهر الجدول (5) أن مستوى الانثوسيانينات في ثمار التوت الشامي وعصيره قد بلغ 184.06 و116.42مغ/100غ سيانيدين-3- غليكوزيد على التوالي.

وبالمقارنة بين المحتوى من الانثوسيانينات في كل من ثمار وعصير التوت الشامي يلاحظ حدوث انخفاض معنوي ($P < 0.05$) بنسبة 37% . وقد توافقت هذه النتيجة مع (Skrede *et al*., 2000) الذي أشار إلى

حدوث فقد كبير في الأنثوسيانينات عند استخلاص العصير من ثمار الـعنبية blueberry وصل إلى 50% في عصير ، وقد ذكر (Lee *et al*., 2002) إلى أن التفل يعدمصدراً غنياً بالانثوسيانين وأن نسبته في التفل الناتج عن عصر ثمار العنبية blueberry تراوحت بين 55.3 و 71.8 مغ/ 100غ.

جدول(6) الاحتمالات الإحصائية لقيم F لتأثر التصنيع (الاستخلاص) على مكونات التركيب الكيميائي والمواد الفعالة بيولوجياً. عد التأثير معنوياً في (P < 0.05)

Chemical composition	Significant of F-Value
TSS	0.269
Moisture	0.000
Ash	0.147
Fiber	0.000
TAC	0.544
pH	0.510
R-sugar	0.188
T-sugar	0.000
Biological active compounds	
Ascorbic Acid	0.001
T-phenols	0.000
Flavonoids	0.000
Anthocyanins	0.000

4-4-1-3- النشاط المضاد للأكسدة:

يلاحظ من خلال الجدول (8) أن عملية استخلاص العصير أثرت بشكل معنوي(P < 0.05) في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقتيDPPH وFRAP .

حيث تبين النتائج الواردة في الجدول (7) انخفاضاً معنوياً (P < 0.05) في النشاط الكابح للجذور الحرة المقدر وفق طريقة DPPH من 82.4 % في ثمار التوت الشامي إلى 77.86 % في عصيره.

جدول(7) النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الشامي وعصيره و BHA

Antioxidant activity method	F	J	BHA
DPPH	82.4±0.26 [b]	77.86±0.22 [a]	83.99±0.38 [c]
FRAP	14.2±0.13 [c]	3.44±0.14 [a]	12.43±0.23 [b]

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية ($P< 0.05$)

F : ثمار التوت الشامي

J : عصير التوت الشامي

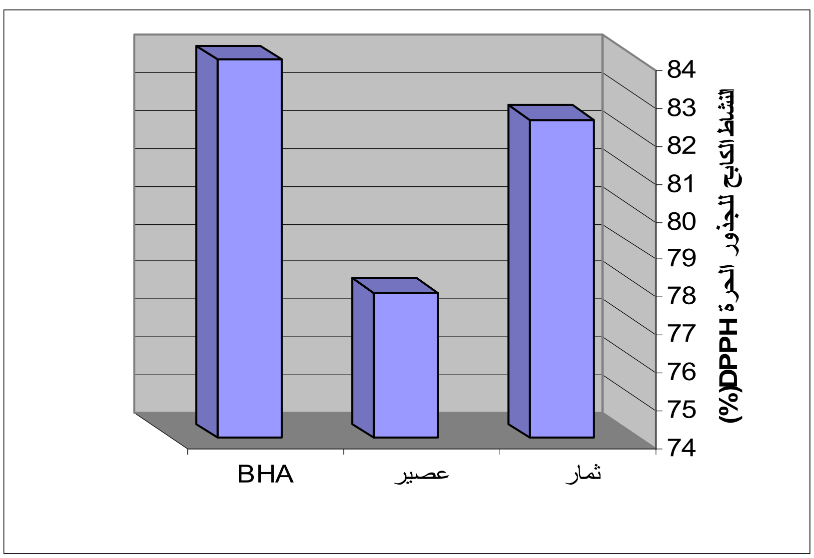
BHA (بوتيل هيدروكسي أنيسول) مضاد أكسدة مرجعي

DPPH% :النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة.

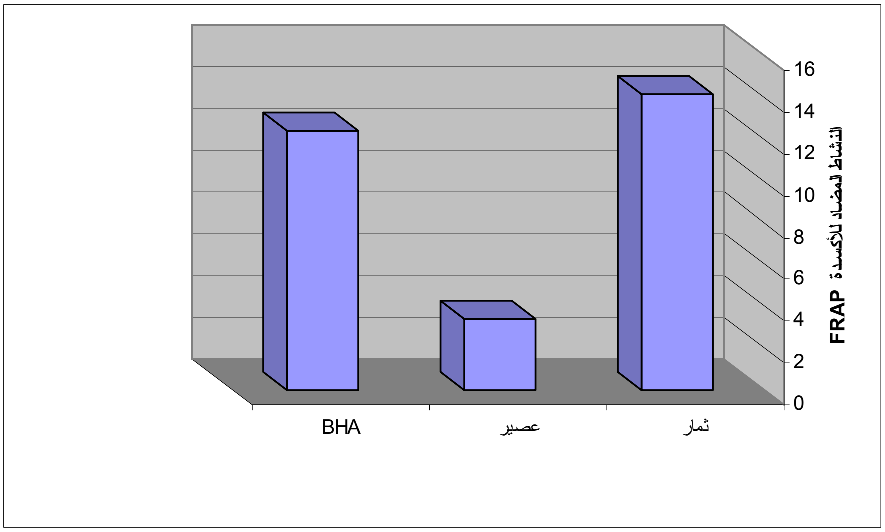
FRAP: القوة المرجعة للحديد ميكروغرام حمض غاليك /غ .

ربما يعزى السبب في هذا الانخفاض إلى استبعاد التفل الحاوي على جزء هام من مضادات الأكسدة الكلية، فقد لاحظ (Kwon *et al*., 2005)أن التفل الناتج عن عصر ثمار التوت يملك نشاطاً مضاداً للأكسدة أعلى مما هو موجود في عصيره .

كما تفوق مضاد الأكسدة المرجعي BHA والذي بلغ نشاطه المضاد للأكسدة 83.99% معنوياً ($P < 0.05$) في النشاط الكابح للجذور الحرة في ثمار التوت الشامي وعصيره(الشكل3).



الشكل(3)النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة (DPPH) في ثمار التوت الشامي وعصيره مقارنة مع BHA.



الشكل(4)النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة(FRAP) في ثمار التوت الشامي وعصيره مقارنة مع BHA.

كذلك أظهرت النتائج الموضحة في الجدول(7) أن عملية استخلاص العصير قد أثرت بشكل معنوي (0.05 > P) في النشاط المضاد للأكسدة المقدر بطريقة القوة المرجعة للحديد (FRAP)، حيث كان في ثمار التوت الشامي 14.2 ميكرومول حمض غاليك/غ وانخفض في عصيره إلى 3.44 ميكرومول حمض غاليك/غ، أي بلغت نسبة الانخفاض 75.77% (الشكل4) .

لاحظ (Borowska *et al.*, 2005) حدوث انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق الطريقة المذكورة أثناء استخلاص عصير ثمار العنبية blueberry وتصفيته بنسبة 82.46%، وقد وافق ذلك أيضاً ماذكره (Hassimotto *et al.*,2008) في دراسته حيث بلغت قيمة FRAP في ثمار الفريز 24.66 ميكرومول كبريتات حديدي/غ وفي عصيره 0.55 ميكرومول كبريتات حديدي/غ ً .

جدول(8) الاحتمالات الإحصائية لقيم F لتأثير التصنيع (الاستخلاص) على النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الشامي. عد التأثير معنوياً في (P < 0.05)

Antioxidant activity method	Significant of F-Value
DPPH	0.000
FRAP	0.000

4-2-4- عملية تركيز عصير التوت الشامي بالطريقة التقليدية وتحت تفريغ:

4-2-4-1- التركيب الكيميائي:

يظهر الجدول(11) أن درجة الحرارة المستخدمة في تركيز العصير بالطريقتين لم تؤثر معنوياً (0.05 > P) في محتوى عصير التوت الشامي من الرماد والألياف ورقم الـ pH والحموضة الكلية، وا إنما أثرت معنوياً في السكر يات المرجعة والكلية.

فقد بلغت النسبة المئوية للحموضة الكلية في كل من عصير التوت الشامي ومركزيه المحضرين بطريقة الغليان وتحت تفريغ 1.61 و1.62 و1.62% حمض الليمون على التوالي، كما كان رقم الـ pH في كل من المنتجات السابقة 3.47 و3.45 و3.4 على التوالي الجدول(9).

ذكر (Wang and Xu, 2007) أن رقم pH عصير العليق blackberry ومركزه المحضر تحت تفريغ كانت 2.86 و2.89 على التوالي.

وقد وردت عدة دراسات على تأثير المعاملة الحرارية فيكل من النسبة المئوية للحموضة الكلية و رقم الـ pH، فقد وجد (Vandresen *et al.*, 2009) أن تعريض عصير الجزر لدرجة حرارة 100 ˚C لمدة 20 دقيقة لم تؤثر بشكل معنوي في حموضة العصير بينما كان له تأثير معنوي في رقم pH.

من جهة أخرى لاحظ (Rivas *et al.*, 2006) زيادة في النسبة المئوية للحموضة الكلية وعدم تأثر رقم pH عند بسترة عصير الجزر والبرتقال.

كما أشار (Yeom *et al.*, 2000)إلى أن هناك تغيراً ملحوظاً في رقم pH عند دراسة تأثير البسترة في عصير البرتقال ، بينما لم تؤثر المعاملة الحرارية لعصير العنب في رقم pH *al.*, (Garde-Cerdan *et* 2007) .

كذلك بين (Odriozola-Serrano *et al.*, 2008) أن رقم pH عصير الفريز المعامل على درجة حرارة 90 ˚C مدة 30 ثا و90 ˚C مدة 60 ثا كانت 3.39 و 3.41 على التوالي في حين كانت رقم pH عصير الفريز غير المعامل حرارياً 3.4 .

جدول(9) التركيب الكيميائي لعصير التوت الشامي ومركزيه

Chemical composition	J	JO	JV
TSS	20.27±0.09 [a]	20.25±0.04 [a]	20.28±0.03 [a]
Moisture	79.53±0.2 [a]	79.46±0.28 [a]	79.42±0.42 [a]
Ash	0.9911±0.016 [a]	0.993±0.027 [a]	0.992±0.016 [a]
Fiber	0.2±0.02 [a]	0.17±0.06 [a]	0.25±0.03 [a]
TAC	1.61±0.07 [a]	1.62±0.03 [a]	1.62±0.08 [a]
pH	3.47±0.03 [a]	3.45±0.03 [a]	3.4±0.01 [a]
R-sugar	14.61±0.15 [b]	14.07±0.09 [a]	14.12±0.03 [a]
T-sugar	15.85±0.11 [b]	15.06±0.07 [a]	15.02±0.14 [a]

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية (P< 0.05)

J : عصير التوت الشامي

JV : مركز التوت الشامي المحضر تحت تفريغ والمسترجع إلى عصير

JO : مركز التوت الشامي المحضر بالغليان والمسترجع إلى عصير

TSS الجوامد الكلية الذوابة (Brix) ، Moisture : النسبة المئوية للرطوبة % ،Ash : النسبة المئوية للرماد % ،Fiber : النسبة المئوية للألياف الخام % ، TAC: الحموضة الكلية معبراً عنها كحمض الليمون % ، T-sugar: السكريات الكلية(غ/100غ)، R-sugar: السكريات المرجعة(غ/100غ).

بينت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول9) وجود انخفاض معنوي في مستوى كل من السكريات المرجعة والكلية في مركزي العصير المحضرين بطريقة التركيز بالغليان والتركيز تحت تفريغ وقد بلغت نسبة الانخفاض في السكريات المرجعة 4 % و 3 % بالنسبة للطريقة الأولى والثانية على التوالي، في حين بلغت 11 % و 5 % بالنسبة للسكريات الكلية على التوالي ، وقد يعزى هذا الانخفاض إلى دخول السكريات المرجعة والكلية في تفاعل ميلارد (Vandresen *et al*., 2009) .

لاحظ (Vandresen *et al*., 2009) انخفاضاً معنوياً في النسبة المئوية للسكريات الكلية في عصير الجزر المعرض لدرجة حرارة 100 ˚C لمدة 20 دقيقة بينما كان ذلك الانخفاض غير معنوي في النسبة المئوية للسكريات المرجعة ، كما لم يجد (Garde-Cerdan *et al*., 2007)تغيراً ملحوظاً في قيم السكريات المرجعة في عصير العنب المعامل حرارياً.

4-4-2-2-المركبات الفعالة بيولوجياً :

يلاحظ من الجدول(11) أن المعاملة الحرارية بكلا الطريقتين (التركيز بالغليان والتركيز تحت تفريغ)أثرت بشكل معنوي ($P < 0.05$)في المركبات الفعالة بيولوجياً.

4-4-2-2-1- حمض الأسكوربيك:

يوضح الجدول(10) أن المعاملة الحرارية قد أثرت سلباً على مستوى حمض الأسكوربيك في مركزي العصير حيث انخفضت نسبته من 11.51 مغ/ 100غ في العصير إلى 6.74 مغ/100غ و8.53 مغ/100غ في مركز العصير المحضر بالغليان و تحت تفريغ على التوالي، وقد بلغت نسبة الفقد فيهما من حمض الأسكوربيك 41.44% و25.85% على التوالي، وقد يعود الاختلاف في نسبة الفقد بين المعاملتين إلى انخفاض درجة الحرارة وغياب الأكسجين في معاملة التركيز تحت تفريغ مقارنة بمعاملة التركيز بالغليان، ومن الجدير بالذكر أن حمض الأسكوربيك حساس جداً للحرارة والأكسجين ويتحطم بسهولة في درجات الحرارة العالية (Klopotek *et al*., 2005).

بين (Odriozola-Serrano *et al*., 2008) حدوث انخفاض في نسبة حمض الأسكوربيك في عصير الفريز من 61.6 إلى 56.2 مغ/ 100غ عند بسترته على درجة 90˚C لمدة 60 ثانية ، كما أشار (Klopotek *et al*., 2005) إلى انخفاض في مستوى حمض الأسكوربيك بمقدار 35% في عصير الفريز المبستر، في حين كانت نسبة الفقد في حمض الأسكوربيك 16% عند إنتاج معجون البندورة بالتركيز تحت تفريغ (Abushita *et al*., 2000) .

الجدول (10) المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً في مركزي عصير التوت الشامي ومركزيه

Biological active compounds	J	JO	JV
Ascorbic Acid	11.51±0.5 [c]	6.74±0.25 [b]	8.53±0.5 [a]
T-phenols	919.99±3.75 [a]	998.56±10.82 [c]	945.82±11.62 [b]
Flavonoids	310.85±14.59 [b]	255.29±11.29 [a]	365.94±14.34 [c]
Anthocyanin	116.42±1. 3 [c]	101.58±1.32 [a]	108.23±1.28 [b]

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية ($P < 0.05$)

J : عصير التوت الشامي

JV : مركز التوت الشامي المحضر تحت تفريغ والمسترجع إلى عصير

JO : مركز التوت الشامي المحضر بالغليان والمسترجع إلى عصير

Ascorbic Acid: حمض الأسكوربيك مغ/100غ.

T-phenols: الفينولات الكلية مقدرة مغ حمض غاليك/100غ

Flavonoids: الفلافونويدات مقدرة مغ كويرستين/100غ

Anthocyanins: الأنثوسيانينات مقدرة مغ سيانيدين-3- غليكوزيد /100غ.

4-2-2-2-4-الفينولات الكلية:

يوضح الجدول(10) أنالحرارة لعبت دوراً إيجابياً في زيادة نسبة الفينولات بمقدار 7.87 % في مركز العصير المحضر بالغليان و5.28% في مركز العصير المحضر تحت تفريغ.

قد تفسرالزيادة في مستوى الفينولات الكلية في مركزي عصير التوت الشامي إلى زيادة مستوى حمض الإلاجيك نتيجة حلمهة الإلاجاتانين تحت تأثير المعاملة الحرارية (Rommel and Wrolstad, 1993) ، أو إلى حدوث زيادة باستخلاص المركبات الفينولية نتيجة تحطم جدر الخلايا النباتية مما يؤدي إلى سهولة تحرر البولي الفينولات المرتبطة كما أشار كل (Peleg *et al*.,1991; Dewanto *et al*., 2002)، إضافة إلى ذلك فإن المعاملة الحرارية توقف النشاط الأنزيمي الذي يعد سبباً في فقد مركبات البولي فينول (Dewanto *et al*., 2002).

وقد توافقت هذه النتيجة مع ما وجدته (عتمة،2007) في دراستها على عصير الرمان ومركزيه ، كما بين , (Jiratanan and Liu 2004) حدوث ارتفاع في مستوى الفينولات الكلية عند تسخين الشوندر لمدة 45 دقيقة بنسبة بلغت 17% ، وارتفعت أيضاً نسبة الفينولات بمعدل 13% و50% في صنفين من البندورة المجففة عندما قورنت بمستوياتها في البندورة الطازجة (Chang *et al*., 2006)،كما أن معاملة الفطر الزراعي حرارياً على درجة حرارة 121 °C مدة 20 دقيقة أدى إلى زيادة في نسبة الفينولات من 60.5 إلى 77.3 مغ/ 100غ (Bruijn *et al*., 2008).

من جهة أخرى، خالفت نتيجة الدراسة ماورد في بعض الأبحاث عن تأثير الحرارة في الفينولات الكلية، فقد أشار (Klopotek *et al*., 2005) إلى حدوث فقد في الفينولات الكلية بنسبة 27% عند بسترة عصير الفريز، كما لاحظأيضاً (Lee *et al*., 2002)انخفاض نسبة الفينولات الكلية في عصيرالعنبيةblueberry من 63.2

إلى 61.4 مغ/ 100غ في العصير المبستر، كذلك بين (Kormin , 2005) أن هناك فقداً حدث في نسبة الفينولات الكلية لدى تجفيف عشبة Pegaga مقارنة مع العينات الطازجة .

4-4-2-2-3-الفلافونيدات الكلية:

بينت نتائج التحليل الإحصائي حدوث انخفاض معنوي في مستوى الفلافونيدات الكلية في العصير المحضر بالغليان قدره 17.78% مقارنة مع العصير الطازج(الجدول 10)، وقد تشابهت هذه النتيجة مع تلك التي أشار إليها (Rembiałkowska *et al*., 2007) حيث انخفضت نسبة الفلافونيدات الكلية عند بسترة عجينة التفاح على درجة حرارة 70 C˚ مدة 20 دقيقة ، كما أدى التجفيف بالفرن لأحد أنواع الأعشاب -Centella asiatica إلى فقد في الفلافونيدات الكلية بنسبة ٩٧%(Mohd-Zainol *et al*., 2009).

في حين حدثت زيادة معنوية في مستوى الفلافونيدات الكلية في العصير المحضر تحت تفريغ بنسبة 15.05% مقارنة مع العصير الطازج(الجدول 10).

بين (Bruijn *et al*., 2008) حدوث زيادة في المحتوى من الفلافونيدات بمعدل 1.4 مرة عند المعاملة الحرارية للفطر الزراعي على درجة حرارة 121 C˚ لمدة 20 دقيقة مقارنة مع العينة غير المعاملة، كما أدت عملية تجفيف صنفين من البندورة إلى زيادة في مستوى الفلافونيدات الكلية بنسبة 89% و 50% (Chang *et al*., 2006).

يمكن أن يعزى اختلاف تأثير المعاملة الحرارية في الفلافونيدات الكلية في مركزي عصير التوت الشامي إلى اختلاف درجة وزمن المعاملة الحرارية.

4-4-2-2-4- الأنثوسيانينات:

يلاحظ من الجدول (10) أن مستوى الأنثوسيانينات قد انخفضت من 116.42 مغ/ 100غ في عصير التوت الشامي إلى 108.23 و 101.58 مغ/ 100غ في مركزي العصير المحضرين تحت تفريغ وبالغليان على التوالي، ويلاحظ أن الانخفاض الحاصل في الأنثوسيانينات في مركز عصير التوت الشامي المحضر تحت تفريغ كان أقل من ذلك الحاصل في مركز العصير المحضر بالغليان، وقد يعود ذلك إلى أن ارتفاع درجة الحرارة المستخدمة ووجود الأكسجين في المعاملة الثانية قد أثر سلباً في المحتوى من الأنثوسيانينات.

وقد وافقت النتيجة التي حصلنا عليها ماجاء في الدراسات السابقة حيث أشار (Odriozola-Serrano *et al*., 2008) إلى حدوث انخفاض في الأنثوسيانين الكلي في عصير الفريز من 39.5 إلى 38 مغ/ 100مل عند بسترته على درجة حرارة 90 C˚ مدة 30 ثانية ، كما أدت بسترة عصير العنبيةblueberry إلى فقد 68% من الانثوسيانين (Skrede *et al*., 2000).

جدول(11) الاحتمالات الإحصائية لقيم F لتأثير التصنيع (التركيز) على مكونات التركيب الكيميائي والمواد الفعالة بيولوجياً لعصير التوت الشامي. عد التأثير معنوياً في ($P < 0.05$)

Chemical composition	Significant of F-value
TSS	0.825
Moisture	0.856
Ash	0.702
Fiber	0.125
TAC	0.997
pH	0.27
R-sugar	0.000
T-sugar	0.000
Biological active compounds	
Ascorbic Acid	0.000
T-phenols	0.000
Flavonoids	0.000
Anthocyanins	0.000

3-2-4-4- النشاط المضاد للأكسدة:

من المعروف أن هناك تبايناً في آليات عمل التفاعلات التي تدل على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH و FRAP ، إذ تعتمد طريقة DPPH على انتقال سريع للالكترونات من المركبات الفينولية إلى جذرالـ DPPH (Martins *et al* .,2009).

أما في طريقةFRAP فيعبر النشاط المضاد للأكسدة على القدرة على إرجاع الحديد الثلاثي Fe^{+++} إلى حديد ثنائي Fe^{++} (Benzie and Strain,1996) ، وقد يتعلق النشاط المضاد للأكسدة بوجود مركبات حديد مخلبية في العينة .

يبين الجدول(13) أن النشاط المضاد للأكسدة تأثر معنوياً ($p<0.05$) بعملية تحضير مركزي عصير التوت الشامي بالطريقتين (التركيز بالغليان والتركيز تحت تفريغ).

حيث يلاحظ من خلال التحليل الإحصائي للقيم الواردة في الجدول (12) أن المعاملة الحرارية المستخدمة في تحضير مركزي عصير التوت الشامي بالطريقتين أثرت بشكل سلبي في النشاط الكابح للجذور الحرة DPPHوكان هذا التأثير معنوياً .

وقد تفوق النشاط المضاد للأكسدة لمضاد الأكسدة المرجعي BHA (83.99 %) على النشاط الكابح للجذور الحرة في كل من العصير ومركزيه (الشكل 5).

جدول (12) النشاط المضاد للأكسدة في عصير التوت الشامي ومركزيه مقارنة مع BHA

Antioxidant activity method	J	JO	JV	BHA
DPPH	77.86±0.22 [c]	74.51±0.31 [a]	76.3±0.19 [b]	83.99±0.38 [d]
FRAP	3.44±0.14 [a]	6.1±0.08 [c]	4.48±0.12 [b]	12.43±0.23 [d]

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية (P< 0.05)

J : عصير التوت الشامي

JV : مركز التوت الشامي المحضر تحت تفريغ والمسترجع إلى عصير

JO : مركز التوت الشامي المحضر بالغليان والمسترجع إلى عصير

BHA (بوتيل هيدروكسي أنيسول) مضاد أكسدة مرجعي

DPPH% :النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة.

FRAP: القوة المرجعة للحديد ميكروغرام حمض غاليك /غ .

درس (Yue and Xu., 2008) تأثير درجة حرارة وزمن التجفيف (80˚C لمدة 20 دقيقة و 100˚C لمدة 30 دقيقة و 125˚C لمدة 30 دقيقة) في النشاط الكابح للجذور الحرة DPPH لمستخلص عصير الـ billberry، فلم يجد اختلافاً معنوياً في النشاط المضاد للأكسدة بين المعاملات السابقة والعصير غير المعامل ، كما لم يلاحظ (Arabshahi *et al*., 2007) تأثيراً معنوياً للحرارة في النشاط المضاد للأكسدة عند تسخين عصير الجزر إلى درجة حرارة 100˚C مدة 15 دقيقة، كذلك بين (Bruijn *et al*., 2008) أن المعاملة الحرارية للفطر الزراعي على درجة حرارة 100˚C لمدة 20 دقيقة و 45 دقيقة لم تؤثر معنوياً في النشاط الكابح للجذور الحرة DPPH ، في حين أثرت المعاملة الحرارية للفطر الزراعي في درجة حرارة 121˚C مدة ٢٠ دقيقة معنوياً في النشاط الكابح للجذور الحرة DPPH ، كما أوضح (Yang *et al*., 2007) أن تسخين عصير التوت الهندي على درجة حرارة 75˚C مدة ساعة أدى إلى زيادة طفيفة في النشاط الكابح للجذور الحرة DPPH بينما لم يؤد تسخينه على درجة حرارة 65˚C إلى حدوث أية تغيرات في النشاط الكابح للجذور الحرة DPPH ، وقد لاحظ (Odriozola-Serrano *et al*., 2008) انخفاضاً في النشاط الكابح للجذور الحرة DPPH لعصير الفريز الطازج من 414 ميكرومول ترولكس/١٠٠مل إلى 398 و 403 ميكرومول ترولكس/١٠٠مل عند بسترته على درجة حرارة (90˚C مدة 30 ثانية و 90˚C مدة 60 ثانية) على التوالي.

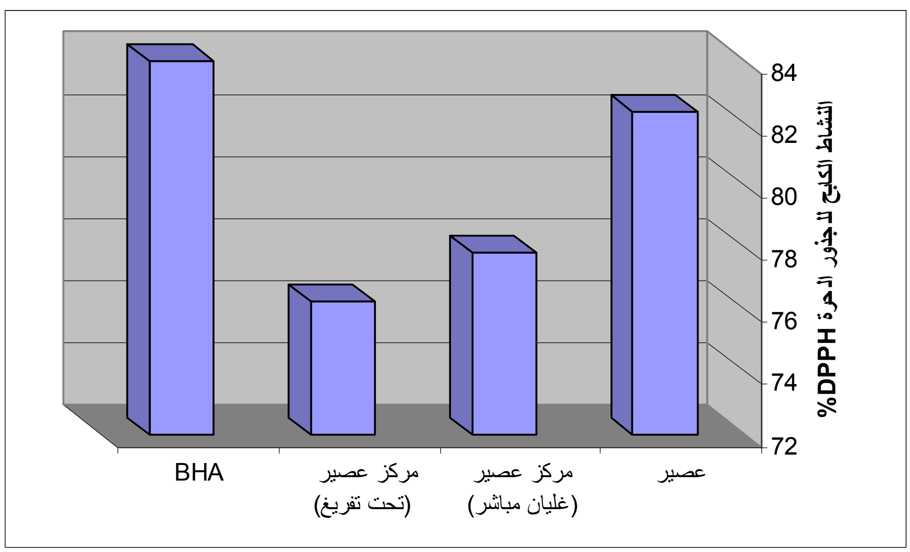
أما بالنسبة للنشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة القوة المرجعة للحديد FRAP فقد بينت النتائج أن قيمها في كل من مركزي عصير التوت الشامي المحضرين بالغليان وتحت تفريغ كانت 6.1 و 4.48 ميكروغرام حمض غاليك/غ على التوالي(جدول12) ، وهذا يعني أن المعاملة الحرارية لعصير التوت الشامي أدت إلى حدوث زيادة معنوية بنسبة 43.61% و 23.21% في مركزي عصير التوت الشامي على التوالي، ويمكن

أن تفسر تلك الزيادة إلى تشكل منتجات ميلارد عند درجات الحرارة العالية والتي يعتقد أن لها خواصاً مضادة للأكسدة ، إضافة إلى زيادة مستوى بعض الفينولات كحمض الإلاجيك الذي يتحرر نتيجة حلمأة الإلاجاتين (Rommel and Wrolstad, 1993).

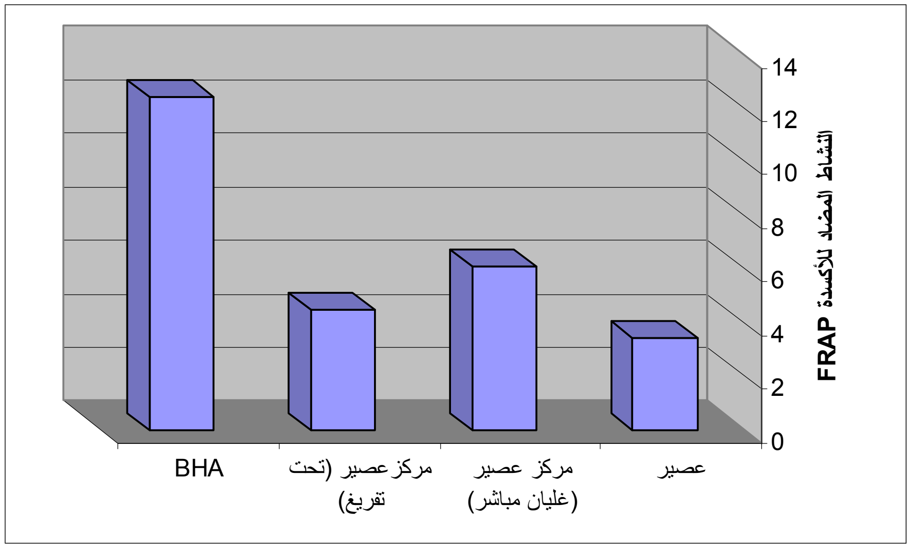
وبمقارنة النشاط المضاد للأكسدة في عصير التوت الشامي ومركزيه وفق طريقة (FRAP) مع قيمته في BHA (12.43 ميكروغرام حمض غاليك/غ) يلاحظ أن BHAامتلك نشاطاً مضاداً للأكسدة أعلى مما هو عليه في العصير ومركزيه (الشكل8).

جدول(13) الاحتمالات الإحصائية لقيم F لتأثير التصنيع (التركيز) على النشاط المضاد للأكسدة لعصير التوت الشامي. عد التأثير معنوياً في ($P < 0.05$)

Antioxidant activity method	Significant of F-value
DPPH	0.000
FRAP	0.000



الشكل(5) النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة الـ DPPH في عصير التوت الشامي ومركزيه وBHA



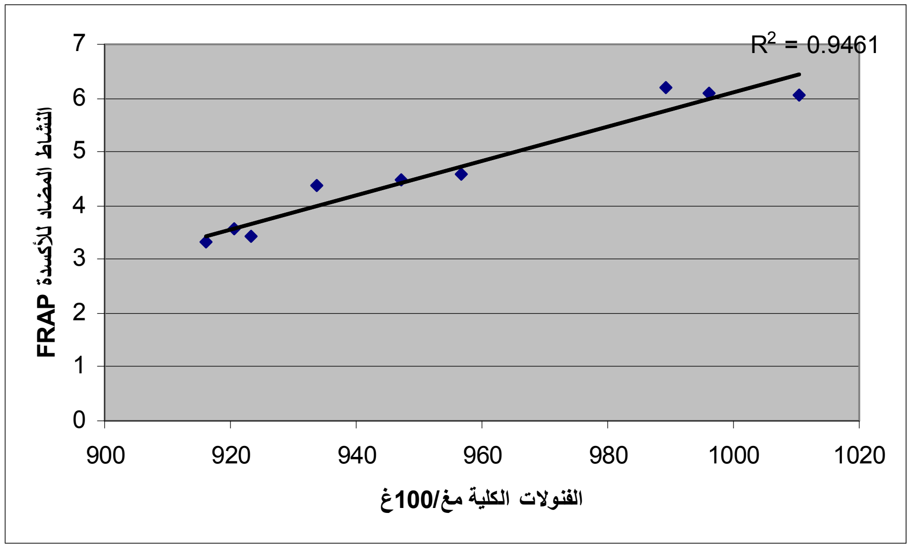
الشكل(6) النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة الـ FRAP في عصير التوت الشامي ومركزيه وBHA

بين (Bruijn *et al.*, 2008) أن المعاملة الحرارية الفطر الزراعي لم تؤثر في النشاط المضاد للأكسدة FRAP عند استخدام درجات حرارة وأزمنة مختلفة مقارنة مع الشاهد، في حين وجد (Hassimotto *et al.*,2008) أن عملية البسترة أدت إلى انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة الـ FRAP من 69.7ميكرومول كبريتات الحديدي/١٠٠غ في عصير الفريز إلى 41.8 ميكرومول كبريتات الحديدي/١٠٠غ في عصيره المبستر.

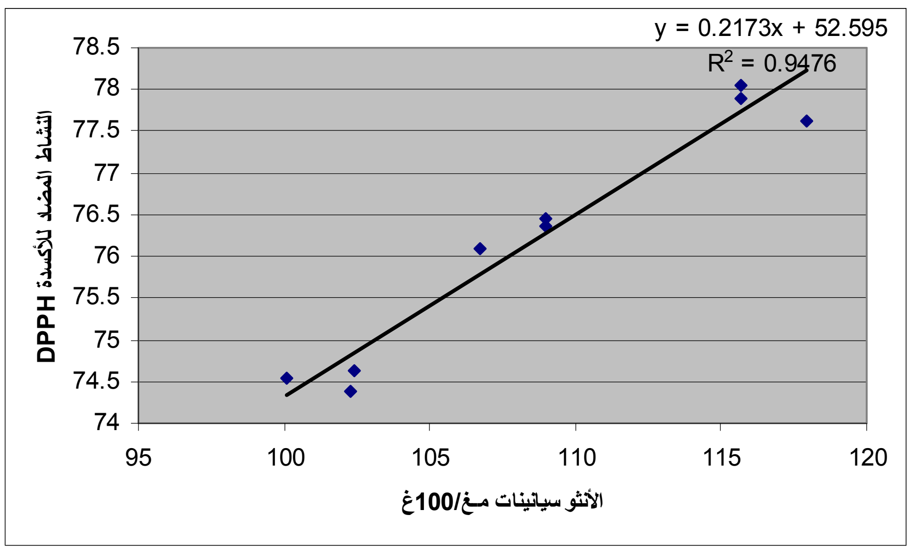
جدول (**14**) علاقة الارتباط بين المركبات الفعالة بيولوجياً و النشاط المضاد للأكسدة في عصير ومركزي التوت الشامي

Biological active compounds	DPPH	FRAP
Ascorbic Acid	0.9197	0.9297
T-phenols	- 0.9035	0.9461
Flavonoids	0.2722	0.3675
Anthocyanin	0.9476	- 0.9375

يبين الجدول (**14**) علاقة الارتباط بين المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة، حيث يلاحظ أن الفينولات الكلية ارتبطت بقوة مع النشاط المضاد للأكسدة المقدر وفق طريقة(FRAP) في عصير التوت الشامي ومركزيه حيث كانت r^2=0.9951 الشكل(7)، كما كان هناك علاقة ارتباط قوية بين الأنثوسيانينات و النشاط المضاد للأكسدة المقدر وفق طريقة(DPPH) r^2= 0.9577 الشكل (8).



الشكل(7)العلاقة بين تركيز الفينولات والنشاط المضاد للأكسدة في عصير التوت الشامي ومركزيه وفق طريقة (FRAP)



الشكل(8)العلاقة بين تركيز الأنثوسيانينات والنشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة (DPPH)في عصير التوت الشامي ومركزيه

3-4-4- تحضير مربيات التوت الشامي:

1-3-4-4- التركيب الكيميائي :

من الواضح أن اختلاف التركيب الكيميائي في نوعي المربى قد انعكس في النسبة المئوية للرطوبة في هذين المنتجين حيث بلغت 31% في المربى عالي السعرات الحرارية، و56.5% في المربى منخفض السعرات الحرارية الجدول (15).

هذا ويذكر أن بعض الدراسات أشارت إلى أن النسبة المئوية للرطوبة في مربى الفريز هي 31.8 (Cho *et al*., 1999) ، وفي مربى العليق raspberry كانت 29.8% (FAO,1995) .

لم يلاحظ وجود فروق معنوية في رقم pH بين ثمارالتوت الشامي ونوعي المربيات المحضرة ، فكانت بين 3.45 و3.54 (الجدول 15)، وقد توافقت هذه النتيجة مع مأأورده (Mota, 2006) حيث كان رقم pH مربى العليق blackberry قريباً من الثمار المحضرمنها 3.26 و3.47 ، كما ذكر (Garcia-Viguera *et al*., 1998) أن pH مربى العليق raspberry كان 3.33 .

الجدول(15) التركيب الكيميائي لثمار التوت الشامي والمربيات المحضرة منها

Chemical composition	F	JHC	JLC
TSS	20.35±0.06 [a]	68.12±0.18 [c]	37.8±0.02 [b]
Moisture	76.06±0.16 [c]	30.12±0.1 [a]	56.5±0.1 [b]
Ash	0.99±0.001 [a]	0.67±0.03 [a]	1.68±0.06 [b]
Fiber	3.04±0.05 [b]	1.96±0.04 [a]	5.64±0.16 [c]
TAC	1.58±0.03[b]	1±0.07 [a]	2.76±0.06 [c]
pH	3.45±0.05 [a]	3.46±0.03 [a]	3.54±0.03 [a]
R-sugar	14.54±0.13 [a]	18.62±0.9 [b]	22.37±0.42 [c]
T-sugar	16.84±0.07 [a]	49.34±1.23 [c]	24.86±0.22 [b]

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية ($P < 0.05$)

F : ثمار التوت الشامي

JHC: مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية

JLC مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية

TSS الجوامد الكلية الذوابة (Brix) ، Moisture : النسبة المئوية للرطوبة % ،Ash : النسبة المئوية للرماد % ،Fiber : النسبة المئوية للألياف الخام % ، TAC: الحموضة الكلية معبراً عنها كحمض الليمون % ، T-sugar: السكريات الكلية(غ/100غ)، R-sugar: السكريات المرجعة(غ/100غ).

كما انخفضت النسبة المئوية للحموضة الكلية من 1.58% في ثمار التوت الشامي إلى 1% في مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية، بينما ارتفعت النسبة المئوية للحموضة الكلية في مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية إلى 2.76%.

كما بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في للرماد والألياف بين كل من الثمار ونوعي المربيات المحضرة (الجدول15).

كذلك يوضح الجدول(15) أن المحتوى من السكريات المرجعة في مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية كان 22.37 غ/100غوهو أعلى مما هو موجود في مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية (18.62 غ/100غ)، بينما كانت نسبة السكريات الكلية في المربى مرتفع السعرات الحرارية(49.34 غ/100غ) وهي أعلى من تلك الموجودة في المربى منخفض السعرات الحرارية (24.86 غ/100غ).
قد تعود الفروق في نسبة السكريات الكلية بين نوعي المربيات إلى استخدام السكروز في النوع الأول من المربى وغيابه في النوع الثاني ، وقد أشارت (FAO,1995) أن نسبة السكريات الكلية في مربى الفريز كانت 61%.

4-4-3-2- المركبات الفعالة بيولوجياً:

تأثرت المركبات الفعالة بيولوجياً بشكل معنوي($p<0.05$) خلال عملية تحضير المربيات الجدول (17).

4-4-3-2-1- حمض الأسكوربيك:

تبين نتائج الدراسة أن عملية تحضير المربيات أثرت بشكل سلبي في مستوى حمض الأسكوربيك ، حيث انخفض بنسبة 11.18 % في المربى مرتفع السعرات الحرارية، و 26.76 % في المربى منخفض السعرات الحرارية مقارنة الثمار التي حضرت منها(الجدول16).

ذكر في دراسة أن عملية تحضير مربى ثمار العليقblackberry أدى إلى انخفاض محتوى حمض الأسكوربيك بنسبة 30% مقارنة بالثمار. (Wang and Xu, 2007)، كما أشارت منظمة (FAO,1995) أن مستوى حمض الأسكوربيك في بعض المربيات كمربى العليق raspberryو الفريز تراوح بين 10 إلى 25 مغ/100غ ،

الجدول(16) المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً في ثمار ومربيات التوت الشامي

Biological active compounds	F mg/100g fresh fruit	JHC mg/100g jam	JHC mg/100g fresh fruit	JLC mg/100g jam	JLC mg/100g fresh fruit
Ascorbic Acid	15.47±0.49 [C]	9.23±0.24	13.74±0.38[b]	10.78±1.2	11.33±1.14[a]
T-phenols	1199.88±12.74[a]	1110.62±14.5	1654.51±21.7[c]	1416.02±9.62	1501±10.2[b]
Flavonoids	374.1±6.03 [c]	233.17±3.36	347.42±5[b]	308.56±7.11	327.08±7.53[a]
Anthocyanin	184.06±2.52 [c]	113.26±2.39	168.76±3.56[b]	129.01±1.53	136.7±1.62[a]

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية ($P < 0.05$)

F : ثمار التوت الشامي

JHC مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحر ارية

JLC مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية

Ascorbic Acid: حمض الأسكوربيك مغ/100غ.

T-phenols: الفينولات الكلية مقدرة مغ حمض غاليك/100غ

Flavonoids: الفلافونيويدات مقدرة مغ كويرستين/100غ

Anthocyanins: الأنثوسيانينات مقدرة مغ سيانيدين-3- غليكوزيد /100غ.

4-4-3-2-2- الفينولات الكلية:

يلاحظ من الجدول (16) أن أعلى نسبة للفينولات كانت في مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية 1654.51 مغ/100غ، تلاها المربى منخفض السعرات الحرارية 1501مغ/100غ بينما سجلت الثمار مستوى من الفينولات الكلية قدره 1199.88 مغ/100غ ، وهذا يعني أن عملية التصنيع أدت إلى زيادة في الفينولات الكلية. وربما يعزى ذلك إلى أن الحرارة أدت إلى تحرير عديدات الفينول من نسج خلايا الثمار بصور أصبح متاحاً بصورة أفضل للتحليل. وهذا ماأشار إليه (Netzel *et al*., 2003) عندما ذكرأن المربيات تعد مصدراً غنياً بالفينولات إذا ماقورنت بالثمار.

قام (Plessi *et al*., 2007) بتقدير نسبة الفينولات الكلية في ثمار بعض أصناف العليق blackberry و raspberry والتي تراوحت بين 28.2 و44 مغ/100غ و بين31.4 و76.3مغ /100غ على التوالي بالنسبة للثمار ولكن عند تحضير المربيات منها تراوحت قيم الفينولات الكلية فيها بين 28.6 و40.2 مغ/100غ وبين 33.3 و73.7 مغ/100غ على التوالي ، كما وجد (Siksnianas *et al*., 2006) أن مستوى الفينولات الكلية في ثمار العليقblackberry وraspberry والكشمشblackcurrant كانت 440 و282 و763 مغ/100غ على التوالي بينما كانت في المربيات المحضرة من تلك الثمار 402 و28 و737 مغ/100غ على التوالي.

قام (Kopjar, 2009) بتقدير محتوى الفينولات الكلية في كل من مربى الفريز مرتفع السعرات الحرارية ومربى الفريز منخفض السعرات الحرارية فكانت 33.9 مغ/100غ و 52.1 مغ/100غ على الترتيب، وقد

أشار (Kim and Padilla-Zakour, 2004) أن الفينولات الكلية تنخفض بشكل عام بنسبة 17% تحت تأثير الحرارة عند تحضير المربيات وأن الفقد الأعظمي يحدث في الأنتوسيانين .

4-4-3-2-3- الفلافونيدات:

انخفض المحتوى من الفلافونيدات بتأثير عملية تصنيع المربيات من 374.1 مغ/100غ في ثمار التوت الشامي إلى 347.42 و 327.08 مغ/100غ في كل من المربى مرتفع السعرات الحرارية ومنخفض السعرات الحرارية على التوالي (الجدول 16)، وقد توافق ذلك مع ما ذكره (Kovacevic *et al*., 2009) أن عملية تحضير مربى الفريز أدت إلى حدوث انخفاض في مستوى الفلافونيدات بنسبة 10-36%.

4-4-3-2-4- الأنثوسيانينات:

تأثرت الأنثوسيانينات بعملية التصنيع بشكل واضح حيث انخفضت معنوياً ($p<0.05$) بنسبة 8.3 % في مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية و 25.7 % في المربى المنخفض السعرات الحرارية كما هو موضح في الجدول (16). وجد (Kopjar, 2009) في دراسته أن نسبة الأنثوسيانينات في مربى الفريز مرتفع السعرات الحرارية كانت 14.78 مغ/١٠٠غ ، فيما كانت في مربى الفريز منخفض السعرات الحرارية 26 مغ/١٠٠غ ،وقد عزى الاختلاف في محتواها من الأنثوسيانينات إلى اختلاف الوصفات وشروط التصنيع .

قام (Wicklund *et al*., 2005) بتقدير نسب الأنثوسيانينات في مربيات الفريز المحضرة من عدة أصناف فتراوحت قيمها بين 35 و 41 مغ/١٠٠غ، كما وجد (Plessi *et al*., 2007) أن المحتوى من الأنثوسيانينات في كل من ثمار العليق blackberry وraspberry والكشمش blackcurrant بلغ 98 و 25 و 262 مغ/١٠٠غ على التوالي، وقد انخفض هذا المحتوى إلى 58 و 14 و 163 مغ/١٠٠غ على التوالي في المربيات المحضرة منها تلك الثمار . في دراسة أخرى تراوحت نسبة الأنثوسيانين في ثمار الكشمش blackcurrant بين 187 و 414 مغ/١٠٠غ وانخفضت إلى مابين 34 و 73 مغ/١٠٠غ في مربيات تلك الثمار (Siksnianas *et al*.,2006).

جدول(17) الاحتمالات الإحصائية لقيم F لتأثير تصنيع المربيات على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقتين. عد التأثير معنوياً في (P < 0.05)

Chemical composition	Significiant of F-value
TSS	0.000
Moisture	0.000
Ash	0.000
Fiber	0.000
TAC	0.000
pH	0.108
R-sugar	0.000
T-sugar	0.000
Biological active compounds	
Ascorbic Acid	0.001
T-phenols	0.000
Flavonoids	0.000
Anthocyanins	0.000

4-4-3-3- النشاط المضاد للأكسدة:

يظهر الجدول (19) وجود اختلافات معنوية ($p<0.05$) بين كل من ثمار التوت الشامي والمربيات المحضرة منها.

فقد بلغ النشاط الكابح للجذور الحرة بطريقة DPPH 75.6 % و 85.68 % في كل من مربى التوت الشامي مرتفع ومنخفض السعرات الحرارية(الشكل9).

أورد (Barbara *et al*., 2005) أن النشاط الكابح للجذور الحرة قد انخفض معنوياً عند تحضير المربى من ثمار العنبيةblueberry.

جدول (18) النشاط المضاد للأكسدة في ثمار ومربيات التوت الشامي وBHA

Antioxidant activity method	JLC mg/100g fresh fruit	F mg/100g fresh fruit	JHC mg/100g jam	JHC mg/100g fresh fruit	JLC mg/100g jam	JLC mg/100g fresh fruit
DPPH	82.4±0.26 ^{c}	75.6±0.26 ^{b}	-	85.68±0.25 ^{d}	-	83.99±0.38^{a}
FRAP	14.2±0.13 ^{b}	15.59±0.14	23.23±0.22 ^{d}	19.6±0.16	20.77±0.17 ^{c}	12.43±0.23 ^{a}

تشير الأحرف المختلفة ضمن الصف الواحد إلى وجود فروق معنوية (P< 0.05)

F : ثمار التوت الشامي

JHC:مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية

JLC مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية

BHA (بوتيل هيدروكسي أنيسول) مضاد أكسدة مرجعي

DPPH% :النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة.

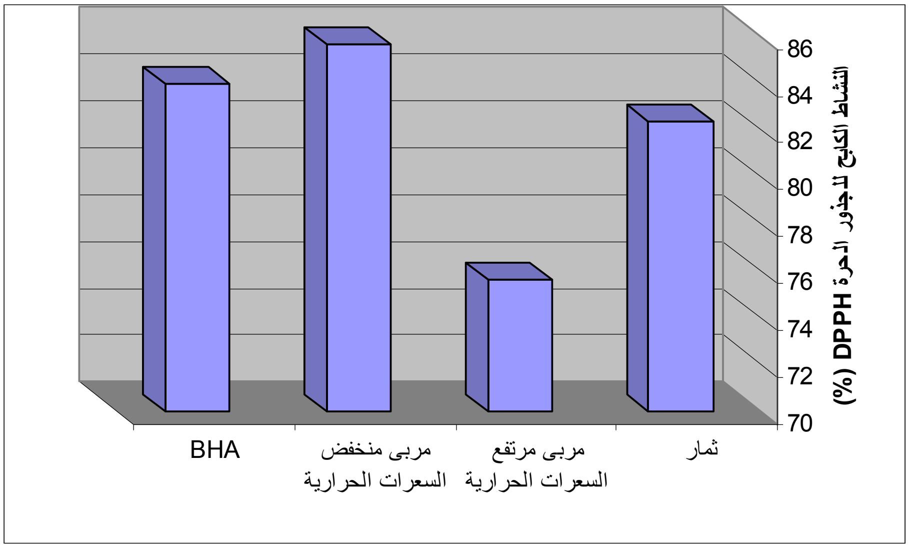
FRAP: القوة المرجعة للحديد (ميكروغرام حمض غاليك /غ).

-: لم يعين

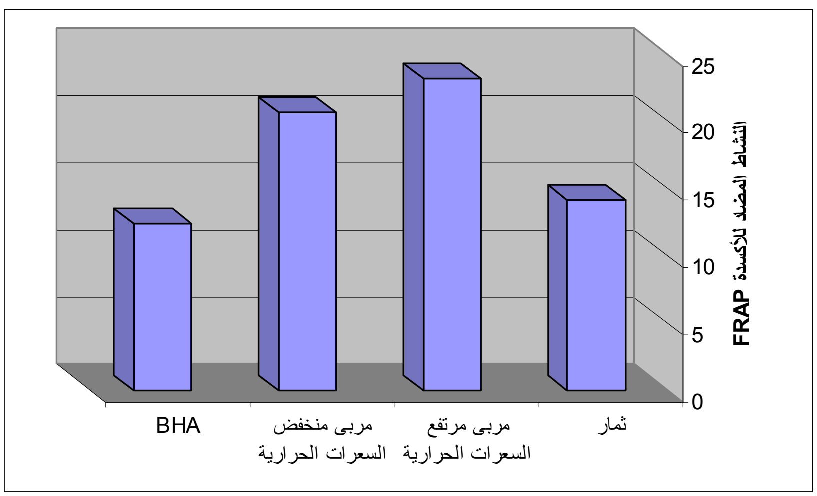
جدول(19) الاحتمالات الإحصائية لقيم F لتأثير التصنيع (تصنيع المربيات) على مكونات التركيب الكيميائي والمواد الفعالة بيولوجياً لثمار التوت الشامي. عد التأثير معنوياً في (P < 0.05)

Antioxidant activity method	Significiant ofF-value
DPPH	0.000
FRAP	0.000

جاء في دراسة قام بها(Kopjar, 2009) أن النشاط الكابح للجذور الحرة في مربى الفريز مرتفع السعرات الحرارية كان 90.94 % في حين كان في مربى الفريز منخفض السعرات الحرارية 88.02%، وقد أورد (Savikin *et al.*,2009)أن عينات المربى أبدت نشاطاً كابحاً للجذور الحرة أعلى من تلك الموجودة في الثمار غير المصنعة ، كما وجد (Savikin *et al.*, 2009) أن النشاط الكابح للجذور الحرة DPPH في مربيات الكشمش blackcurrant كان أعلى مقارنة بذلك الموجود في الثمار المحضرة منها تلك المربيات، ، في حين لم يجد (Kim and Padilla-Zakour, 2004)فروقاً معنوية في النشاط المضاد للاكسدة VCEC ((vitamin C equivalent antioxidant capacity) بين كل من ثمار الكرز والمربى المحضر منه.



الشكل(9)النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH في ثمار ومربيات التوت الشامي وBHA



الشكل(10)النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة FRAP في ثمار ومربيات التوت الشامي وBHA

كما أظهرت النتائج في الجدول (18) تفوق كل من المربى مرتفع السعرات الحرارية والمربى المحلى صناعياً على الثمار المصنعة منها من حيث النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة القوة المرجعة للحديد (FRAP)حث بلغت 15.59% و19.60% ميكروغرام حمض غاليك/غ على التوالي(الشكل10)، وربما يفسر ذلك بزيادة مستوى بعض الفينولات كحمض الإلاجيك بتأثير الحرارة أثناء عملية تحضير المربى (Rommel and Wrolstad, 1993) .

يمكن أن يعزى الاختلاف في النشاط المضاد للأكسدة في نوعي المربيات المحضرة إلى اختلاف الوصفات وظروف التصنيع .

تراوحت قيمة FRAP في مربيات بعض أصناف الفريز بين 9.1 إلى 12.5 ميلي مول كبريتات حديدي / ١٠٠غ (Wicklund *et al*., 2005) ، كما ذكر (Barbara *et al*., 2005) أن قيمة FRAP انخفضت من 0.33 في ثمار العنبيةblueberry إلى 0.09 ميكرومول كاتشين /غ في مربى الثمار المذكورة.

أشار (Klopotek *et al*., 2005) إلى أن مربى الفريز أنه مصدر هام للمركبات المضادة للأكسدة، وعلى الرغم من انخفاض مستوى بعض مضادات الأكسدة كالفينولات فيه فقد فسر ارتفاع النشاط المضاد للأكسدة للمربى نتيجة تشكل مركبات ذات خواص مضادة للأكسدة مثل منتجات تفاعل ميلارد خلال تصنيع المربى. وقد لاحظ (Kovacevic *et al*., 2009) أن النشاط الكابح للجذور الحرة DPPH لمربى الفريز تراوح بين 85.65 و83.76%، في حين تراوح في الثمار المحضر منها بين 90.74 و92.41%.

4-5-تأثير طريقة التخزين في عوامل الجودة لثمار التوت الشامي ومنتجاته:

4-5-1- تأثير عملية تخزين ثمار التوت الشامي بالتجميد:

4-5-1-1- المركبات الفعالة بيولوجياً :

بينت النتائج الواردة في الجدول (20) أن تخزين ثمار التوت الشامي على درجة حرارة -18 ْC لمدة 6 أشهر أدت إلى حدوث انخفاض في قيم المركبات الفعالة بيولوجياً بشكل عام.

فقد انخفض مستوى حمض الأسكوربيك في ثمار التوت الشامي من 15.47 مغ/١٠٠غ في بداية التخزين إلى 11.9 مغ/١٠٠غ في نهاية مدة التخزين.

كما تدل النتائج أيضاً إلى حدوث فقد في محتوى ثمار التوت الشامي من الفينولات الكلية بمقدار 5.63% في نهاية مدة التخزين بالتجميد.

بين (Pinto *et al*., 2007) وجود انخفاض في مستوى الفينولات الكلية في ثمار العليقblackraspberry وbilberry عند حفظها لمدة تسعة أشهر على درجة حرارة -18 ْC بمقدار 41.6 و54.8% على التوالي، كما أشار (Patthamakanokporn ,2004) في دراسته إلى أن تجميد ثمار الجوافة على درجة حرارة -20 ْCلمدة 3 أشهر إلى انخفاض في محتواها من الفينولات الكلية بنسبة 3.4%، وقد بين (Chaovanalidit and Wrolstad ,2004) أن تخزين ثمار الكرز على درجة حرارة -23 ْC لمدة 6 أشهر أدى إلى نقص في مستوى الفينولات الكلية، ولاحظ أيضاً (Golding *et al*., 2001) حدوث انخفاض في محتوى قشور أصناف التفاح من الفينولات عند التجميد لمدة 9 أشهر.

كما يلاحظ من الجدول (20) أن تخزين الثمار على درجة حرارة -18 ْC لمدة 6 أشهر قد أدى إلى انخفاض في محتوى ثمار التوت الشامي من الفلافونيدات الكلية بنسبة 10.63%.

الجدول(20) محتوى ثمار التوت الشامي من المركبات الفعالة بيولوجياً في الزمن 0 و 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة -18°C

Biological active compounds	Storage time,month	
	0	6
Ascorbic Acid	15.47±0.49	11.9±0.53
T-phenols	1199.88±12.74	1132.33±8.5
Flavonoids	374.1±6.03	334.3±4.89
Anthocyanins	184.06±2.52	158.39±2.93

Ascorbic Acid:حمض الأسكوربيك مغ/100غ.

T-phenols: الفينولات الكلية مقدرة مغ حمض غاليك/100غ ،

Flavonoids: الفلافونيويدات مقدرة مغ كويرستين/100غ ،

Anthocyanins: الأنثوسيانينات مقدرة مغ سيانيدين-3- غليكوزيد /100غ.

وقد أثرت عملية التخزين بالتجميد بشكل سلبي في محتوى ثمار التوت الشامي من الانثوسيانينات، حيث انخفض المحتوى منه من 184.06 في الثمار الطازجة إلى 159.36 مغ /١٠٠غ في الثمار المحفوظة على درجة حرارة -18° C لمدة 6 أشهر (الجدول20)، ربما يعزى هذا الانخفاض في الأنثوسيانينات إلى تأثرها بعملية الأكسدة خلال فترة التخزين.

اختلفت الدراسات في تأثير التخزين بالتجميد في محتوى ثمار التوتيات من الانثوسيانين ، فقد وجد (Pinto *et al.*, 2007) أن عملية التخزين لـ 9 أشهر على درجة حرارة -18°C أدت إلى انخفاض بنسبة 29.5% و7.9% و11.8 % في كل من ثمار العليق bilberry و blackraspberry والكشمش blackcurrant على التوالي.

بينما لم تختلف الأنثوسيانينات بعد تخزين ثمار العنبية blueberry لمدة 3 أشهر على درجة حرارة -20°C (Lohachoompol, 2004)، في حين ذكر (Wu ,2008) في دراسته على صنفين من ثمار العليق blackberry أن الأنثوسيانينات بقيت ثابتة في أحدهما بينما زادت في الصنف الأخر بنسبة 50%.

4-5-1-2- النشاط المضاد للأكسدة:

انعكس الانخفاض في مستوى المركبات الفعالة بيولوجياً في انخفاض النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH للثمار المخزنة لمدة ستة أشهر على درجة حرارة -18°C بنسبة 6.81% (الجدول21)، وقد كانت هذه النسبة أقل مما وجده (Wu ,2008) في دراسته والتي أجراها على صنفين من ثمارالعليق blackberry المخزنة على درجة حرارة -18 °C لمدة ستة أشهر حيث بلغت نسبة الانخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH 37.5% و84.38% ، كما أشار (Yang *et al.*, 2007) أن حفظ عصير التوت الهندي لمدة 3 أشهر على درجة حرارة -18°C أدى إلى انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH بنسبة 15%.

جدول (21) النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الشامي في الزمن 0 و 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة -C18 °

Antioxidant activity metod	Storage time,month	
	0	6
DPPH	82.4±0.26	75.59±0.36
FRAP	14.2±0.13	13.63±0.22

DPPH%: النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة.

FRAP: القوة المرجعة للحديد ميكروغرام حمض غاليك/غ .

أظهرت نتائج الدراسة أن تخزين ثمار التوت الشامي قد أدى إلى انخفاض النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة FRAP بنسبة 4.04 %(الجدول21)، وكانت هذه القيمة أقل مما وجده (Wu ,2008) والذي أشار إلى حدوث انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة FRAP في أحد صنفي ثمار العليقblackberry بنسبة 16% في حين زاد هذا النشاط بنسبة 7% في الصنف الآخر، كما أوضح (Patthamakanokporn ,2004)أيضاً أن تخزين ثمار الجوافة -20°C لمدة 3 أشهر أدى إلى حدوث انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة FRAP بنسبة 34%.

2-5-4-تأثير تخزين مركز التوت الشامي في درجة حرارة البراد:

1-2-5-4 المركبات الفعالة بيولوجياً :

يبين الجدول(22) أن حفظ مركز عصير التوت الشامي المحضر بالغليان لمدة 6 أشهر على درجة حرارة °C 5 أدى إلى انخفاض في مستوى حمض الأسكوربيك بنسبة 25.67%.وقد توافقت نتيجة دراستنا مع ما وجدته (AL-Maghrabi, 2003) في دراستها على مركز عصير الرمان المخزن ستة أشهر على درجة حرارة 5 °C فوجدت انخفاضاً في محتواه من حمض الأسكوربيك قدره 40%، كما لاحظ (Manea and Buruleanu., 2009)أن نسبة الفقد في حمض الأسكور بيك تراوحت بين11 و12% في عصير seabuckthorn المخزن على درجة حرارة 6°C لمدة 7أيام ، في حين أشار (Patras *et al*., 2010) أن مربى الفريز المخزن لمدة 28يوم على درجة حرارة 4°C قد انخفض محتواه من حمض الأسكوربيك بمعدل 49.77% ، ومن المعروف أن حمض الأسكوربيك من المركبات والفيتامينات الحساسة لعملية الأكسدة ، كما أن نسبة الفقد من حمض الأسكوربيك تزداد بزيادة مدة ودرجة حرارة التخزين .

جدول(22) محتوى مركز عصير التوت الشامي من المركبات الفعالة بيولوجياً في الزمن 0 و 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة 5 C˚

Biological active compounds	Storage time,month	
	0	6
Ascorbic Acid	6.74±0.25	5.01±0.16
T-phenols	998.56±10.82	880.36±8.84
Flavonoids	255.29±11.29	156.86±3.92
Anthocyanins	101.58±1.32	42.31±0.41

Ascorbic Acid:حمض الأسكوربيك مغ/100غ.

T-phenols: الفينولات الكلية مقدرة مغ حمض غاليك/100غ .

Flavonoids: الفلافونيويدات مقدرة مغ كويرستين/100غ ،

Anthocyanins: الأنثوسيانينات مقدرة مغ سيانيدين-3- غليكوزيد /100غ.

تبين نتائج الجدول (22) أن مستوى الفينولات الكلية في مركز عصير التوت الشامي قد انخفض من 998.56 مغ/١٠٠غ في بداية التخزين المبرد إلى 880.36 مغ/١٠٠غ في نهاية فترة التخزين وكانت نسبة الفقد 11.84%، وقد كانت هذه النسبة أقل مما لاحظته (AL-Maghrabi, 2003) في دراستها على تخزين مركزعصير الرمان لمدة 6 أشهر على درجة حرارة 5 C˚ ، كما وجد (El-Sheikha et al., 2009) أن حفظ عصير physalisso على درجة حرارة 5C˚ لمدة 6 أشهر أدى الى انخفاض في مستوى الفينولات الكلية بمعدل 7.08%.

يوضح الجدول(22) أن علية التخزين لمركز عصير التوت الشامي على حرارة البراد أثرت سلباً على محتواها من الفلافونيدات حيث بلغت نسبة الفقد فيها 30.37%.

إن زيادة مدة ودرجة حرارة التخزين تزيد من تحطم الأنثوسيانينات، فقد أظهرت النتائج التي حصلنا عليها من هذه الدراسة انخفاضاً في المحتوى من الانثوسيانينات في مركز التوت الشامي المخزن لمدة 6 أشهر على درجة حرارة 5 C˚ من 101.58 إلى 42.31 مغ/١٠٠غ وبنسبة فقد 58.35 %(الجدول22).
أشارت (AL-Maghrabi, 2003) في دراستها أن محتوى مركز عصير الرمان من الانتوسيانينات قد انخفض بنسبة 71.78% بعد تخزينه على درجة حرارة 5 C˚ لمدة 6 أشهر ، كما أورد (Kopjar, 2009) أن تخزين مربى الفريز لمدة 6أسابيع على در جة حرارة 4 C˚ قد أدى إلى انخفاض في مستوى الانتوسيانينات بنسبة 20.81% ، ولاحظ أيضاً (Castrodale *et al*., 2010) أن تخزين مربى العنبيةblueberry لمدة 6 أشهر على درجة حرارة 4 C˚ قد أدى إلى فقد في الانثوسيانينات بنسبة 48%.

4-5-2-2- النشاط المضاد للأكسدة:

انخفض النشاط المضاد للأكسدة المقدر وفق طريقتي DPPH و FRAP خلال التخزين المبرد لمركز عصير التوت الشامي وذلك بنسبة 20.07% و 10.8% على التوالي كما هو مبين في الجدول(23).

جدول(23) النشاط المضاد للأكسدة في الزمن 0 و 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة 5 C˚

Antioxidant activity metod	Storage time,month	
	0	6
DPPH	74.51±0.31	54.44±0.15
FRAP	6.1±0.08	5.45±0.49

DPPH% :النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة.

FRAP: القوة المرجعة للحديد ميكروغرام حمض غاليك /غ .

أورد (Yang *et al*., 2007) أن تخزين عصير noni لمدة 3 أشهر على درجة حرارة 4 C˚ قد أدى إلى انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة (DPPH) بنسبة 55%.

لاحظ (Klimczak *et al*., 2006) حدوث انخفاض في النشاط المضاد للأكسدة في عصير البرتقال المعلب لمدة 6 أشهر المقدر وفق طريقتي DPPH و FRAP ، وقد زادت نسبة الانخفاض بزيادة درجة حرارة التخزين، حيث بلغت نسبة الانخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH 14.23% عند درجة حرارة 18 C˚ و 44.92% عند درجة حرارة 28 C˚ (DPPH) ،بينما كانت نسبة الانخفاض في النشاط المضاد للأكسدة المقدر وفق طريقة FRAP 18.67% على درجة 18 C˚ و 32% على درجة حرارة 28 C˚.

درس (Pinto *et al*., 2007) تأثير تخزين مربى الفريز لمدة 6 أشهر عند درجة حرارة 4 C˚ فوجد أن معدل الانخفاض في النشاط المضاد للأكسدة كان 22.23%، أما (Kopjar, 2009) فقد أشار أن الانخفاض الحاصل في النشاط المضاد للأكسدة في مربى الفريز المخزن 6 أسابيع على درجة حرارة 4 C˚ بلغ 58.19%.

4-5-3- تخزين مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية على درجة حرارة الغرفة:

4-5-3-1-المركبات الفعالة بيولوجياً:

يوضح الجدول (24) أن تخزين مربى التوت الشاميمرتفع السعرات الحرارية أثر سلباً على مستوى فيتامين C، وقد بلغت نسبة الانخفاض 58.29% في نهاية فترة التخزين.

ذكر (Savikin *et al*., 2009) أن ارتفاع درجة حرارة التخزين تزيد من نسبة الفقد في فيتامين C ، حيث بلغت 49.77% عند تخزين مربى الفريز لمدة 28 يوم على درجة حرارة 4 ˚C بينما كانت 70.16% على درجة حرارة 15 ˚C.

قام (Burdurlu, 2006) بتخزين مركز عصير البرتقال لمدة 8 أسابيع على درجتي حرارة 28 و 37 ˚C فكانت نسبة الانخفاض في فيتامين C 16.66% و 77.5% على التوالي.

كذلك انخفض مستوى الفينولات الكلية في مربى التوت الشامي من 1110.62 مغ/١٠٠غ إلى 932.47 مغ/١٠٠غ، وبنسبة فقد 16.04% بعد مرور 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة الغرفة(الجدول24).

أورد (Wu, 2008) أن المربى المحضر من صنفين من ثمار العليق blackberry والمخزن لمدة 6 أشهر على درجة حرارة الغرفة قد انخفض محتواه من الفينولات الكلية بنسبة 9% و 12% ، كما أدى تخزين مربى الفريزعلى در جة حرارة 25 ˚C إلى فقد في الفينولات الكلية بنسبة 75% .

انخفضت الفينولات الكلية في مربى كل من العليق blackraspberry وbillberry بنسبة 17.14% و 11% على التوالي، في حين زادت الفينولات بنسبة 57.58% في مربى الكشمش الأسود blackcurrant المخزن على درجة حرارة الغرفة لمدة 9 أشهر (Savikin *et al*., 2009).

جدول(24)محتوى مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية من المركبات الفعالة بيولوجياً على في الزمن 0 و 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة الغرفة:

Biological active compounds	Storage time,month	
	0	6
Ascorbic Acid	9.23±0.24	3.85±0.15
T-phenols	1110.62±14.5	932.47±7.91
Flavonoids	233.17±3.36	201.56±4.83
Anthocyanins	113.26±2.39	65.42±1.29

Ascorbic Acid:حمض الأسكوربيك مغ/100غ.

T-phenols: الفينولات الكلية مقدرة مغ حمض غاليك/100غ .

Flavonoids: الفلافونيويدات مقدرةمغ كو يرستين/100غ ،

Anthocyanins: الأنثوسيانينات مقدرة مغ سيانيدين-3- غليكوزيد /100غ.

يبين الجدول(24) أن تخزين مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية على درجة حرارة الغرفة لمدة 6 أشهر أدى إلى فقد في محتواه من الفلافونيدات بنسبة 13.56% ، وقد كانت هذه النتيجة قريبة من تلك التي ذكرها (Savikin *et al*., 2009)في دراسته حيث تراوحت نسبة الفقد في الفلافونيدات 2-11% في مربى الفريز المخزن لمدة 6 أشهر على درجة حرارة 20 ˚C.

كذلك يلاحظ من خلال الجدول(24) انخفاض الأنثوسيانينات بعد مرور مدة التخزين المذكورة بنسبة 42.24%.

وقد توافقت هذه النتيجة مع ما وجده (Savikin *et al*., 2009)في دراسته على مربيات كل من العليق blackraspberry وbillberry والكشمش الأسودblackcurrant والمخزنة لمدة 6 أشهر على درجة حرارة 25 C˚ حيث بلغ معدل الفقد في محتواها من الأنثوسيانينات 5% و22% و50% على التوالي، كما أشار (Mota, 2006) أن نسبة الانخفاض في الأنثوسيانينات في مربى العليق raspberry المخزن لمدة 90 يوم على درجة حرارة الغرفة كانت 43%، وفي دراسة أخرى أورد (Castrodale *et al*., 2010) أن تخزين مربى العنبية blueberry لمدة 6 أشهر على حرارة الغرفة أدى إلى انخفاض في مستوى الأنثوسيانينات بنسبة 64%.

4-5-3-2-النشاط المضاد للأكسدة:

إن تخزين مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية على درجة حرارة الغرفة لمدة 6 أشهر قد أثر سلباً في النشاط المضاد للأكسدة حيث أبدى انخفاضاً عند تقديره بكل من طريقتي DPPH وFRAP بنسبة 25.36% و8.53% على التوالي الجدول (25).

جدول (25) النشاط المضاد للأكسدة في مربى التوت الشامي مرتفع السعرات الحرارية في الزمن 0 و 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة الغرفة:

Antioxidant activity metod	Storage time,month	
	0	6
DPPH	75.6±0.26	56.43±0.1
FRAP	15.59±0.14	14.26±0.07

DPPH% :النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة.

FRAP: القوة المرجعة للحديد ميكروغرام حمض غاليك /غ .

أشار (Kopjar, 2009) إلى أن مربى الفريز المخزن لمدة 6 أسابيع على درجة حرارة 25 C˚ قد انخفض نشاطه المضاد للأكسدة بنسبة 59.62%.

كما لاحظ (Wu, 2008) في دراسته على تأثير تخزين مربى صنفين من ثمار العليق blackberry لمدة 6 أشهر على درجة حرارة الغرفة على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقتي DPPH وFRAP انخفاضاً بنسبة 20 و12.5% وفق طريقة DPPH ، بينما انخفض بنسبة 57% في أحد الصنفين وازداد بنسبة 25% في الصنف الآخر وفق طريقةFRAP

4-5-4-تأثير تخزين مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية على درجة حرارة الغرفة:

4-5-4-1-المركبات الفعالة بيولوجياً :

نلاحظ من خلال الجدول (26) أن تخزين مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية لمدة 6 أشهر على درجة حرارة الغرفة قد أدى إلى حدوث انخفاض في مستوى فيتامين C من 10.78مغ/١٠٠غ إلى 2.78 مغ/١٠٠غ .

كما انخفضت الفينولات الكلية في مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية بنسبة 23.78%، وقد كانت هذه النتيجة أقل من تلك التي أوردها (Kopjar, 2009) في دراسته على مربى الفريز منخفض السعرات الحرارية المخزن على درجة درجة حرارة 4 C˚ لمدة 4 أسابيع (59.38%).

جدول(26) المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً في مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية في الزمن 0 و 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة الغرفة:

Biological active compounds	Storage time,month	
	0	6
Ascorbic Acid	10.78±1.2	2.78±0.7
T-phenols	1416.02±9.62	1079.19±14.13
Flavonoids	308.56±7.11	210.98±6.4
Anthocyanin	129.01±1.53	33.38±0.22

Ascorbic Acid:حمض الأسكوربيك مغ/100غ.

T-phenols: الفينولات الكلية مقدرة مغ حمض غاليك/100غ .

Flavonoids: الفلافونيويدات مقدرة مغ كويرستين/100غ ،

Anthocyanins: الأنثوسيانينات مقدرة مغ سيانيدين–3– غليكوزيد /100غ.

كما يوضح الجدول (26)حدوث انخفاض في الفينولات مستوى الفلافونيدات في مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية من 308.56مغ/١٠٠غ في الزمن 0 إلى 210.98 مغ/١٠٠غ بعد مرور 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة الغرفة وبنسبة فقد بلغت 31.62%.

يتضح من خلال النتائج الواردة في الجدول (26) تأثر محتوى مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية من الأنثوسيانينات حيث انخفضت بنسبة 74.13% في نهاية فترة التخزين.

وجد (Kopjar, 2009) أن تخزين مربى الفريز منخفض السعرات الحرارية لمدة 4 أسابيع على درجة حرارة 4 C˚ نتج عنه فقد في الأنثوسيانينات الكلية بمقدار 22.82% ، كما لاحظ (Castrodale *et al.*, 2010) انخفاضاً في الأنثوسيانينات عند تخزين مربى العنبية blueberry منخفض السعرات الحرارية لمدة 6 أشهر على درجة حرارة 5 C˚ ودرجة حرارة الغرفة بنسبة 29% و38% على التوالي.

درست (AL-Maghrabi, 2003) تأثير تخزين جيلي الرمان على درجة حرارة 5 C˚ مدة شهرين فلاحظت فقداً في الأنثوسيانينات بنسبة 32%.

2-4-5-4- النشاط المضاد للأكسدة:

انعكس الانخفاض في مستويات مضادات الأكسدة في مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية خلال فترة التخزين على نشاطه المضاد للأكسدة وفق طريقتي DPPH وFRAP حيث انخفض بنسبة 33.61 % و 19.64% على التوالي وذلك كما هو مبين في الجدول (**27**).

جدول(27) النشاط المضاد للأكسدة في مربى التوت محتوى مربى التوت الشامي منخفض السعرات الحرارية من المركبات الفعالة بيولوجياً على في الزمن 0 و 6 أشهر من التخزين على درجة حرارة الغرفة:

Antioxidant activity metod	**Storage time,month**	
	0	6
DPPH	85.68±0.25	56.88±0.3
FRAP	19.6±0.16	15.75±0.21

DPPH% :النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة.

FRAP: القوة المرجعة للحديد ميكروغرام حمض غاليك /غ .

أشار (Kopjar, 2009) إلى أن النشاط المضاد للأكسدة والمقدر وفق طريقة DPPH انخفض بنسبة 54.85% لدى تخزين المربى الفريز لمدة 4 أسابيع على حرارة 4˚C ، في حين أورد (Castrodale *et al*., 2010) أن الانخفاض في النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة ORAC (Oxygen radical antioxidant capacity) في مربى العنبية blueberry المخزن على درجة حرارة 25˚C لمدة 6 أشهر بلغ 35%.

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

CONCLUSIONS
&
RECOMMENDATIONS

5-1- الاستنتاجات:

- ❖ تفوقت ثمار التوت الشامي في محتواها من المركبات الفعالة بيولوجياً على عصير تلك الثمار.
- ❖ تفوقت ثمار التوت الشامي في نشاطها المضاد للأكسدة على عصير تلك الثمار.
- ❖ أثرت المعاملة الحرارية المستخدمة في تقنية التركيز بنوعيها سلباً في فيتامين C والأنثوسيانينات.
- ❖ أثرت المعاملة الحرارية المستخدمة في تقنية التركيز بالغليان المباشر بشكل سلبي في الفلافونيدات، بينما كان هذا التأثير إيجابياً بالنسبة لتقنية التركيز تحت تفريغ.
- ❖ أثرت المعاملة الحرارية المستخدمة في تقنية التركيز بشكل إيجابي في الفينولات الكلية.
- ❖ أثرت المعاملة الحرارية المستخدمة في تقنية التركيز بنوعيها سلباً في النشاط المضاد للأكسدة لمركزات عصير التوت الشامي المحضرة وفق طريقة DPPH بشكل سلبي ، فيما كان هذا التأثير إيجابياً وفق طريقة FRAP.
- ❖ تدهور مستوى كل من فيتامين C والأنثوسيانينات والفلافونيدات في مربيات التوت الشامي مقارنة بالثمار المحضرة منها.
- ❖ ازداد مستوى الفينولات الكلية في مربيات التوت الشامي مقارنة بالثمار المحضرة منها.
- ❖ انعكس زيادة مستوى الفينولات الكلية في المربيات المحضرة بشكل إيجابي على النشاط المضاد للأكسدة فيها وفق طريقة FRAP.
- ❖ انخفضت مستويات المركبات الفعالة بيولوجياً في ثمار التوت الشامي ومنتجاته بتأثير عملية التخزين المستخدمة.
- ❖ انخفض النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الشامي ومنتجاته بتأثير عملية التخزين المستخدمة.

5-2-التوصيات:

- الإكثار من تناول ثمار التوت الشامي في موسمه.
- الاهتمام بصناعة عصير التوت الشامي ومنتجاته نظراً لأهميتها التغذوية والصيدلانية.
- الاستفادة من التفل الناتج عن عملية صناعة عصير التوت الشامي في الصناعات الغذائية الأخرى وأغذية الأطفال.
- إضافة التوت الشامي أوعصيره في بعض الأغذية كملون طبيعي بدلأ من الملونات الصنعية.
- دراسة المركبات الفنولية الموجودة في ثمار التوت الشامي ومعرفة نشاطها المضاد للأكسدة.

الفصل السادس

المراجع

REFERENCES

6-1-المراجع العربية :

المجموعة الإحصائية الزراعية(٢٠٠٩) وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

عتمة، راما ، 2007، تأثير التصنيع على مضادات الأكسدة في دبس الرمان ، رسالة ماجستير ، جامعة دمشق ،دمشق ، سوريا ، ص 120 .

6-2-المراجع الأجنبية :

A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists , 17ed , Maryland.USA

Abushita AA, Daood HG, and Biacs PA. 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* .48: 2075-2081.

Alarcao E, Silva MLM, Leitao AEB, Azinheira HG, and Leitao MCA. 2001. The arbutus berry: Studies on its color and chemical characteristics at two mature stage. *J. food composition and analysis*. 14:27-35.

AL-Maghrabi LAA. 2003. Technological and chemical studies on drying, concentration and preservation of pomegranate fruit products (PhD Thesis).Cairo University, Egypt. 262p.

Amakura Y, Umino Y, Tsuji S, and Tonogai Y. 2000. Influence of jam processing on the radical scavenging activity and phenolic content in berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(12):6292-6297

Ames BN, Shigenaga MK, and Hagen TM. 1993. Oxidants, antioxidants,and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 90:7915–7922

Andallu B, and Varadacharyulu N. 2003 .Antioxidant role of mulberry (*Morus indica L. cv. Anantha*) leaves in streptozotocin- diabetic rats.*Clinica Chimica Acta*. 338: 3-10

Antunes LEC, Duarte Filho J, and Souza CM. 2003. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* 38 (3): 413-419.

Arabbi PR, Genovese MI, and Lajolo FM. 2004. Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the Brazilian population. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52 (5) :1124-1131

Arabshahi DS, Devi DV, and Urooj A. 2007. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their heat, pH and storage stability. *Food Chemistry*. 100: 1100-1105.

Arts ICW, and Hollman PCH. 2005. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies.The *American. Journal of Clinical Nutrition* ..81(Supl 1):S317-25

Asami DK, Hong YJ, Barrett DM, and Mitchell AE. 2003. Comparison of the total phenol and ascorbic content of freeze-dried and air-dried Marionberry, Strawberry and Corn grow using conventional, organic and sustainable agricultural practices. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 51 (5):1237-1241.

Asano N, Yamashita, T, Yasuda K, Ikeda K, Kizu H, and Kameda Y. 2001. Polyhydroxylated akaloids isolated from mulberry trees (*Morus alba* L.) and silkworms (*Bombyx mori* L.). Journal of Agriculture and Food Chemistry. 49 : 4208–4213

Bae SH, and Suh HJ. 2007. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea.. Lwt- Food Science and Technology .40, 955–962

Balazs A, Apai P, Szoke E, Kery A,and Blazovics A. 2003.Comarision of free radical scavenging activity and phenoloid content of Epilobium Parviflorum Scherb. Acta Horticulturae .597: 185-90.

Barbara MS, Erdman JW, and Lila MA. 2005. Effects of Food Processing on Blueberry Antiproliferation and Antioxidant Activity. Journal of food science. 70 (6):389-394.

Baytop T. 1996. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. *I.U. Yayinlari* No:3255, Eczacilik Fak., 40:444 (in Turkish).

Beattie J, Crozier A, and Duthie G. 2005. Potential health benefi ts ofberries. Current Nutrition and Food Science.1: 71-86.

Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, and Bertelli D. 2004. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of Rubus, Ribes, and Aronia. Journal of Food Science. 69: 164-169

Benzie FFI, and Strain JJ. 1996 . The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a Measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Analytical Biochemistry. 239:70-76.

Blumberg J. 2003. Dietary antioxidants of fruits and vegetables in prevention of chronic diseases. Horticultural Science 38(5), 771

Borowska EJ, Szajdek A, and Borowski J. 2005. Antioxidant properties of fruits, vegetables and their products. Fruit processing. Jan./Feb., 38-43.

Bravo L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. .Nutrition Review. 56: 317-333.

Bruijn J, Loyola C, Aqueveque P, Canumir J, Cortez M, and France A. 2008. Influence of heat treatment on the antioxidant properties of Grifola gargal hydro- alcoholic extracts. Micologia Aplicada International . 20(1): 27-34.

Burdurlu HS.2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. Journal of Food Engineering. 74 : 211-216.

Cabritta L, Fossen T, and Andersen OM. 2000. Colour and stability of six common anthocyanidin 3-glucoside in aqueous solution. Food Chemistry. 68: 101-107

Cam I. 2000. Selection of promising mulberry genotypes from Edremit and Gevas district of Turkey. (MS Thesis). Yuzuncu Yil University, Department of Horticulture, Van 53 p.

Cao G, Sofic E, and Prior RL. 1997. Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships. Free Radic Biology and Medicine. 22:749–760 .

Carlson JS. 2003 . Processing effects on the antioxidant activity of bluberry juices. (MS thesis). University of North Carolina state.USA

Castrodale C, Howard L, and Brownmiller C. 2010. processing and storage effects on the polyphenolic content and antioxidant capacity of conventional and suger- free blueberry jams. Journal of Agricultural and Food Chemistry . 58 (7): 4022–4029

Cevallos-Casals B, Byrne D, Okie W, and Cisneros-Zevallos L. 2006. Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. _Food Chemistry_. 96: 273-280.

Chang CH , Lin HY, Chang CY, and Liu YC. 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. _Journal of Food Engineering_. 77(3): 478-485.

Chaovanalidit A, and Wrolstad RE. 2004. Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. _Journal of Food Science_. 69: 67-72.

Charlebois D. 2007. Elderberry as a Medicinal Plant. Botanicals and Medicinals Issues in new crops and new uses. Janick . J and Whipkey A. ediditors. ASHS Press, Alexandria, VA.

Cheung LM, Cheung PCK, and Ooi VEC. 2003. Antioxidant activity and total pheolics of edible mushroom extracts. _Food Chemistry_.81:249-255.

Cho SS, Prosky L, and Dreher M. 1999. Complex carbohydrate in foods. Marcel Dekker, Inc. Madison Avenue, New york.pp 668.

Chun OK, Kim DO, and Lee CY. 2003. Superoxide radical scavenging activity of the major polyphenols in fresh plums. _Journal of Agricultural and Food Chemistry_. 51(27):8067-8072.

Cieslik E, Greda A, and Adamus W. 2006. Contents of polyphenols in fruit and vegetables. _Food Chemistry_ . 94 : 135–142

Clifford AH, and Cuppett SL. 2000. Review: Anthocyanins-nature, occurrence and dietary burden. _Journal of the Science of Food and Agriculture_. 80:1063-1072

Conner AM, Luby JJ, Hancock JF, Berkheimer S, and Hanson E. 2002. Changes in fruit antioxidants activity among blueberries cultivars during cold temperature storage. _Journal of Agriculture and Food Chemistry_. 50 (4): 893-898.

Cook NC, and Samman S. 1996. Flavonoids – chemistry, merabolism, cardioprotective effect and dietary sources. _Nutritional Biochemistry_. 77: 66-76

Dangubon P. 2007. Flavonoid content and free radical scavenging activity of herbs commonly used in thai dishes (MS Thesis) Nutrition Science. Faculty of Graduate studies . Mahidol university.

Darias-Martin J, Lobo-Rodrigo G, Hernandez-Cordero J, Diaz-Diaz E, and Diaz-Romero C. 2003. Alcoholic beverages obtained from black mulberry. _Food Technology and Biotechnology_ . 41:173–176.

De Ancos BE, Gonzalez E, and Cano MP.1999. Differentation of raspberry varieties according to anthocyanin composition. _European Food Research and Technology._ 208:33-38.

Deighton, N., Brennan, R., Finn C. and Davies, H.V. 2000. Antioxidant properties of domesticated and wild Rubus species). _Journal of the Science of Food and Agriculture_. 80:1307-1313.

Dewanto V, Wu X , Adom KK, and Liu RH. 2002. Thermal Processing Enhances the Nutrition Value of Tomatoes by increasing total antioxidant activity _Journal of Agricultural and Food Chemistry_. 50: 3010-3014

Donovan, J.L., Meyer, A.S. and Waterhouse, A.L. 1998. Phenolic composition and Antioxidant activity of Prunes and Prune Juice *(Prunus domestica)*. _Journal of Agricultural and Food Chemistry_. 46: 1247-1252

Duthie GG, Gardner PT, and Kyle JA. 2003. Plant polyphenols: Are they the new magic bullet? *Proceedings of the Nutrition Society*. 62(3): 599-603.

Elmaci Y, and Altug YT. 2002. Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82:632-635.

El-Sheikha AF, Ribeyre F, Larroque M, Reynes M, and Montet D. 2009. Quality of physalis (*physalis pubescens l.*) juice packaged in glass bottles and flexible laminated packs during storage at 5°c. 9(6): 1388-1405.

Ercisli S, and Orhan, E. 2005. Natural mulberry (*Morus spp.*) production in Erzurum region in Turkey. In Proceedings of the international scientific conference, 'environmentally friendly fruit growing' (p. 129–136). 7–9 September 2005, Tartu – Estonia.

Ercisli S, and Orhan E. 2006. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*. 103:1380–1384.

Ercisli S, and Orhan E. 2007. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*. 103:1380–1384.

Ercisli S, and Orhan E. 2008. Some physico-chemical characteristics of black mulberry (*Morus nigra L.*) genotypes from Northeast Anatolia region of Turkey. *Scientia Horticulture.* 116: 41–46.

FAO .1995.Food development lab: Fruit and vegetable processing. www.fdl.com.vn.

Ferguson LR, Harris PJ. 2003. The dietary fibre debate: more food for thought. *The Lancet*. 361: 1487-1488.

Ferguson LR. 2005. Does a diet rich in dietary fibre really reduce risk of colon cancer. *Digestive and Liver Disease.* 37: 139-141.

Fuhrman B, and Aviram M. 2002. Polyphenols and flavonoids protect LDL against atherogenic modifications. In Cadenas E. and Packer L. (eds.). Handbook of antioxidants, pp. 303-336. Marcel Dekker, Inc., Newyork

Fukumoto LR, and Mazza, G. 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. *48* (8) :3597–3604

Garcia-Viguera C, Zafrilla P, Romero F, Abellan P, Artes F, Tomas-Barberan FA. 1999. Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. *Journal of Food Science*.64: 243-247.

Garcia-Viguera, C. Zafrilla, P. and Tomas-barberan. 1998. The use of Acetone as an Extraction Solvent for Anthocyanins from Strawberry Fruit. *Phytochemical analysis.* 9:274-277

Garde-Cerdan T, Arias-Gil M, Marsellés-Fontanet R, Ancin-Azpilicueta C, and Martin-Belloso O. 2007. Effects of thermal and non-thermal processing treatments on fatty acids and free amino acids of grape juice. *Food Control*. 18 (5): 473–479.

Gardner PT, White TAC, McPhail,DB and Duthie GG. 2000. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food chemistry* 68: 471-474

Gerasopoulos, D and Stavroulakis G. 1997. Quality characteristics of four mulberry (*Morus spp.*) cultivars in the area of Chania Greece. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **73**: 261–264.

Gil-Izquierdo A, Gil MI, and Ferreres F. 2002. Effect of processing techniques at industrial scale on orange juice antioxidant and beneficial health compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(18): 5107-5114

Gimenez J, Kajda P, Margomenou L, Piggott JR, and Zabetakis I. 2001. A study on the colour and sensory attributes of high-hydrostatic-pressure jams as compared with traditional jams). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 1228-1234.

Golding JB, MaGlasson WB, and Wyllie SG. 2001. Fate of apple peel phenolics during cool storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 2283-9.

Gonzalez EM, De Ancos B, and Cano MP. 2000. Partial characterization of peroxidase and polyphenol oxidase activities in blackberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48:5459-5464.

Gonzalez EM, de Ancos B, and Cano MP. 2003. Relation between bioactive compounds and free radical-scavenging capacity in berry fruits during frozen storage). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83: 722-726.

Gordon M. 2001. The development of axidative rancidity in foods. In: Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. (eds). Antioxidants in food: practical applications. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited. 7-21

Gould KS. 2004. The diverse protective roles of anthocyanin in leaves. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 5:314-320.

Goyal RK 2000. Nutritive value of fruits, vegetables, and their products. In Verma LR and Joshi VK (eds).Postharvest Technology of Fruits and Vegetables, by Indus Publishing, New Delhi, pp. 337–389

Gulcin L. 2006. Antioxidant activity of caffeic acid (3,4dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*. 217: 213–220.

Guo CJ, Yang JJ, Wei JY, Li YF, Xu J,and Jiang YG. 2003 .Antioxidant activities of peel ,pulp and seed fractions of common fruit as determind by FRAP assay. *Nutr.Res*. 23(12): 1719-1726

Gutteridge JMC and Halliwell B. 1994. Antioxidants in Nutrition, Health, and Disease. Oxford University Press, Oxford

Hakkinen SH, Karenlampi SO, Mykkanen HM,and Torronen AR. 2000. Influence of domestic processing and storage on flavonol contents in berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 48: 2960-2965

Halliwel B. 1996. Antioxidants in human health and disease.*The Annual Review of Nutrition* .16: 33-50.

Halliwell B and Gutteridge JMC. 1999. Free radicals in Biology and medicine. Oxford Clarendon: Oxford University

Halvorsen BL ., Holte K, Myhrstad CW, Barikmo I, Hvattum E, Remberg SF, Wold AB, Haffner K, Baugerd H, Lene FA Moskaug Q, Jacobs DR,and Blomhoff R. .2002. A systematic screening of

total antioxidants in dietary plants. *Journal of Nutrition* .132 3:461-71

Harborne JB, Williams CA. 2000. Advance in flavonoid research science. *Phytochemistry*. 55:481-504

Harris JR. 1996. Subcellular Biochemistry, Ascorbic Acid: Biochemistry and Biomedical Cell Biology. 215-231 25. Plenum, New York.

Haslam E. 1998. Practical polyphenolics: from structure to molecular recognition and physiological action. Cambridge University Press: Cambridge UK,

Hassimoto NMA, Genovese MI , Lajolo FM. 2005 .Antioxidant activity of dietary fruit , vegetables and commercial frozen fruit pulps . *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(8): 2928-2935.

Hassimotto NMA , Mota RV, Cordenunsi1 BR , Lajolo FM. 2008 . Physico- chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus sp.*) grown in Brazil. *Ciência Tecnologia de Alimentos.* 28(3): 702-708.

Heinonen M, Meyer AS, and Frankel EN. 1998. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 46(10): 4107-1442.

Hertog MGL, Hollman PCH, and Venema DP. 1992. Optimization of a quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40: 1591-1596.

Hollman PCH,and Arts ICW. 2000. Flavonols, Flavones, and Flavanols-Nature, Occurrence and Dietary Burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 1081-1093.

Hollman PCH. 2001. Evidence for health benefits of plant phenols: Local or systemic effects? *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 842–852.

Jackman RL and Smith JL. 1996. Anthocyanin and betalains. In: Nature food colorants. Blackie Academic and proffissional, New york

Jackson D.1986. Temperate and Subtropical Fruit Production. Butterwoths, New Zealand, p 265.

Jiratanan T, and Liu RH. 2004. Antioxidant activity of processed table beets (*Beta vulgaris var. conditiva*) and green beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52:2659–2670.

Joshipura KJ, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Rimm EB, SpeizerFE, Colditz G, Ascheiro A, Rosner B, Spiegelman D, and Willett WC. 2001. Th effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. *Annals of Internal Medicine*.134: 1106-1114

Kader F, Irmouli M, Nicolas JP, Metche M. 2002. Involvement of blueberry peroxidase in the mechanisms of anthocyanin degradation in blueberry juice. *Journal of Food Science*.67:910–5.

Kahk nen MP, Heinamaki J, Ollilainen V, and Heinonen M. 2003. Berry anthocyanins: isolation, identifi cation and antioxidantactivities.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*.. 83: 1403-1411

Kalt W, Forney CF, Martin A, and Prior RL. 1999. Antioxidant capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthrocyanins after storage of small fruits *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 4638-44

Kalt W, McDonald JE, Donner H. 2000. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products *Journal of Food Science*. 65:390–3.

Karadenuz F, Burdurlu HS, Koca N, and Soyer Y. 2005. Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey . *Turkish Journal of agriculture and forestry* 29: 297-303

Kim D-O, and Padilla-Zakour OI .2004. Jam Processing Effect on Phenolics and Antioxidant Capacity in Anthocyanin-rich Fruits: Cherry, Plum, and Raspberry. *Journal of Food Science.* 69(9): 395-400.

Klimczak_I, Malecka M, Szlachta M, and Gliszczynska-Swigo A. 2006. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*.20 :313-322

Klopotek Y, Otto K, and Bo¬hm V. 2005 . Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* . 53: 5640-5646.

Knekt P, Kumpulainen J, Jervinen R, Rissanen H, Heliövaara M, Reunanen A, and Hakulinen T. 2002. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *America. Journal of Clinical Nutrition.* 76: 560-568

Koca I, Ustun NS, Koca AF, and Karadeniz, B. 2008 .Chemical composition, antioxidant activity and anthocyanin profiles of purple mulberry(*Morus rubra*) fruits. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 6(2) : 3 9 - 4 2

Koca I , and Karadeniz B. 2009 . Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the Black Sea Region of Turkey Scientia Horticulturae. *Scientia Horticulturae*. 121 (4) :447-450.

Konczak-Islam I, Okunu S, and Yoshimoto O. 2003. Composition of phenolics and anthocyanins in a sweet potato cell suspension culture. *Biochemical Engineering Journal*. 14(3): 155-161.

Kopjar M. 2009. Strawberry Jams: Influence of Different Pectins on Colour and Textural Properties. *Czech Journal of Food Sciences*. 27(1): 20–28

Kormin SB. 2005. The effect of heat processing on triterpene glycosides and antioxidant activity of herbal pegaga (Centella asiatica l. urban).drink. Thesis master of Engineering (Bioprocess) Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering Universiti Teknologi Malaysia

Kovacevic DB, Levaj B, and Dragović-Uzelac V. 2009. Free Radical Scavenging Activity and Phenolic Content in Strawberry Fruit and Jam. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 74 (3): 155-159.

Koyuncu F. 2004a. Morphological and agronomical characterizationof native black mulberry *(Morus nigra L.)* in Sutculer. *Turkey Plant Genetic Resources News*.138: 32-35.

Kumar SR, and Chauhan S. 2008 .Review Mulberry: Life enhancer. *Journal of Medicinal Plants Research* . 2(10): 271-278.

Kwon YJ, Rhee SJ, Chu JW, and Choi SW. 2005. Comparision of radical scavenging activity of extracts of mulberry juice nand cake prepared from mulberry *(Morus spp)* fruit. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*.10: 111-117.

Larson RL.1998. The antioxidant of higher plants. *Phytochemistry*. 4:969-978.

Leavens JB. 2006. Effects of high hydrostatic pressure and thermal processing on the antioxidant and sensory characteristics of blueberry juice. Master of Science food science North Carolina State University

Lee J, and Wrolstad RE. 2004. Extraction of Anthocyanins and Polyphenolics from Blueberry Processing Waste. *Journal of Food Science.* 69(7): 564-573

Lee J, Durst RW, and Wrolstad RE. 2002. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenols:comparison of two pretreatments. *Journal of Food Science.* 67(5):1660-1667.

Leoni C. 2002. Improving the nutritional quality of processed fruits and vegetables: the case of tomatoes, in Fruit and Vegetable Processing: Improving Quality,. Jongen, W Ed, pp. 83-122, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press, LLC., Cambridge.

Lin JY, and Tang CY. 2007. Determination of total phenolics and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry*. 101 (1) : 140–147.

Liu X, Xiao G, Chen W, Xu Y, and Wu, J. 2004. Quantification and Purification of Mulberry Anthocyanins with Macroporous Resins. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* . 5 :326–331

Liu RH. 2004. Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. *Journal of Nutrition*. 134(12): 3479S-3485S

Lo Scalzo R, Iannoccari T, Summa C, Morelli R, and Rapisarda P. 2004. Effect of thermal treatments on antioxidant and anti-radical activity of blood orange juice. *Food chemistry*. 85,:41−47.

Lohachoompol V, Srzednicki G, and Craske J. 2004. The Change of Total Anthocyanins in Blueberries and Their Antioxidant Effect After Drying and Freezing. *Journal of Biomedicine and Biotechnology.* 5: 248–252

Lohachoompol V. 2007. Effects of drying on anthocyanins in blueberries .Doctor philosophy . University of New Sowth Wales. Faculty of Engineering.

Lorena RA, María JMJ, Adriana N R, Antonio AG.2004. Determination of the antioxidant capacity of flavonoids in fruits and fresh and thermicaly treated vegetables. *Archivos latinoamericanos de nutricion*. 54(1) : 89-92

Maatta-Riihinen KR, Kamal-Eldin A, and T rr nen AR. 2004. Identification and quantification of phenolic compounds in berries of Fragaria and Rubus species (Family *Rosaceae*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 52: 6178-618

Machii H, Koyama A, and Yamanouchi H. 2000. FAO Electronic Conference: Mulberry for animal production.

Maisuthisakul P, Suttajit M, Pongsawatmanit R. 2007. Assessment of phenolic content and free radical- scavenging capacity of some Thai indigenous plant. *Food Chemistry*. 100:1409-1418.

Makris DP, and Rossiter JT. 2001. Domestic Processing on Onion Bulbs (Allium cepa) and Asparagus Spears (Asparagus officinalis): Effect on Flavanol Content and Antioxidant Status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 49: 3216-3222

Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *America. Journal of Clinical Nutrition.* 79(5):727-47

Manea I, and Buruleanu L. 2009. Mathematical model for the evaluation of the sea-buckthorn juice preservation. *Ovidius University Annals of Chemistry.* 20(1):83-86.

Marinova D, Ribarova F, and Atanassova M .2005. Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruit and vegetables. *Journal of the university of chemical technology and metallurgy* .40(3):255-260

Markakis P.1982. Stability of anthocyanins in food. In: Anthocyanins as Food Colors, eds Timberlake C F & Bridle P. Academic Press, New York, USA, p 128.

Martins DM,Torres BG, Spohr PR, Machado P,Bonacorso HG, Zanatta N, Martins MAP, Emanvelli T. 2009 . Antioxidant potential of new pyrazoline derivatives to prevent oxidative damage.*Basic and Clinical Pharmacologyand Toxicology.* 104 :107-112.

Mazza G, and Minitiati E.1993. Introduction. In: Anthocyanin in fruits, vegetables and grain. Boca roton. Fl: CRC Press(Chapter 1): 1-28

Mohd-Zainol MK, Abdul-Hamid A, Abu Bakar F, and Dek S. 2009. Effect of different drying methods on the degradation of selected flavonoids in *Centella asiatica*. *International Food Research Journal.* 16: 531-537

Mota RV. 2006. Physico and chemical characterization of blackberry jam. *Ciência Tecnologia de Alimentos*.26(3): 539-543

Moyer RA., Hummer KE, Finn CE, Frei B, Wrolstad RE. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 50:519-525.

Muhammed Idris M.A., Noraini H. and Ng L.T. 1999. Medicinal plants: trade and investment prospects in Malaysia. In: Ali A.M., Shaari, K. and Zakaria Z., Eds. Phytochemicals and biopharmaceutins from the Malaysian rain forest. Malaysia: FRIM. 21-30.

Namiki M..1990. Antioxidant/antimutagens in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.29:273-300.

Netzel M, Strass G, Bitsch I, Konitz R, Christmann M, and Bitsch S. 2003. Effect of grape processing on selected antioxidant phenolics in red wine. *Journal of Food Engineering*. 56: 223–228

Nicoli MC, Anese M. and Parpinel M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology* . 10(3): 94-100

Nikkhah E, Khayamy M, Heidari R, and Jamee R. 2007. Effect of sugar treatment on stability of anthocyanin pigments in berries. *Journal of Biological Sciences*. 7(8): 1412-1417.

NutritionData. 2005. Nutrition facts and analysis for mulberries, raw. http:// www. Nutritiondta.com/facts-001-02s1ih.html [19 June 2005].

Odriozola-Serrano I, Soliva-Fortuny R, and Martín-Belloso O. 2008. Phenolic acids, Xavonoids, vitamin C and antioxidant capacity of strawberry juices processed by high-intensity pulsed electric Welds or heat treatments. *European Food Research and Technology*. 228:239–248

Ozgen M, Serce S, Gunduz K, Yen F, Kafkas E, Paydas S. 2007. Determining total phenolics and antioxidant capacities of selected Fragaria genotype. *Asian Journal of Chemistry.* 19:5573–5581.

Ozgen M, Durgac C, Serce S, Kaya C. 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate

cultivars grown in mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry*. 111:703–706.

Ozgen M, Serce S, and Kaya, C. 2009a. Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits.*The Journal of Horticulture Science*. 119:275–279

Ozgen M, Güneş M, Akça Y, Türemiş N, Ilgin M, Kizilci G, Erdoğan Ü , and Serçe, S. 2009b. Morphological Characterization of Several *Morus* Species from Turkey. *Horticulture, Environment, and Biotechnology.* 50(1):1-5.

Patharakorn T, Wetprasit N, Promboon A, and Sunanta Ratanapo S. 2006. Screening of Antioxidant and Antibacterial Activities of Mulberry Kasetsart. *Journal of Natural Science*. 40 : 775 - 783

Patras A, Brunton NP, Tiwari BK, and Bulter F. 2010. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage.*Food and Bioprocess Technology*. 17(2)

Patthamakanokporn O .2004. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits and their juices. Thesis master of science (nutrition) faculty of graduate studies mahidol university.

Peleg H, Naim M, Rouseff RL, and Zehavi U. 1991. Distribution of bound and free polyphenolic acids in oranges (*Citrus sinensis*) and grapefruit (*Citrus paradise*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 57:417–426.

Pietta PG. 2000. Flavonoids as Antioxidants. *Journal of Natural Products*. 63 (7) : 1035-1042.

Pinto MDV, Lajolo FM, and Genovese MI. 2007. Bioactive compounds and antioxidant capacity of strawberry jams.*Plant Foods for Human Nutrition*. 62: 127-131.

Plessi M., Bertelli D, and Albasini A. 2007. Distribution of metals and phenolic compounds as a criterion to evaluate variety of berries and related jams. *Food Chemistry* .100: 419–427.

Pokorny J. 2001b. Natural antioxidant functionality during food processing. In: Pokorny, J., Yanishliera, N. and Gordon M. Eds. Antioxidant in Food: Practical Application. Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd. 331-372

Prior RL, Cao G, Martin A, Sofic E, McEwen J, Obrien C, Lischner N, Ehlenfeldt M, Kalt W, Krewer G, Mainland CM. 1998. Antioxidant capacity as nfluenced by total phenolic and anthocyanin content , maturity, and variety of Vaccinium species. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* 46(7):2686-2693.

Rein MJ. 2005. Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins (dissertation). EKT series 1331. University of Helsinki, Department of Applied Chemistry and Microbiology. 88 pp.

Rembiałkowska,E. , Hallmann E. , and Rusaczonek A. 2007. Influence of Processing on Bioactive Substances Content and Antioxidant Properties of Apple Purée from Organic and Conventional Production in Poland. Poster presented at 3rd QLIF Congress: Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems*, University of Hohenheim, Germany, May 31-June 3. Available on-line at: http://orgprints.org/9943.*

Remlinger B. and Pierre RG. 1995. Biology and Cuture of the Buffaloberry.Native Fruit Development Program, Saskatchewan Department of Agriculture and Food. University of Saskatchewan, Saskatoon, SK

Rice-Evans CA, and Miller NJ. 1998. Structure-Antioxidant Activity Relationships of Flavonoids and Isoflavonoids. In: Flavonoids in Health and Disease (Eds. C.A. Rice-Evans and L. Packer). Marcel Dekker, New York, pp. 199-219.

Rice-Evans CA, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM., and Pridham JB. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research.* 22: 375-383.

Rickman JC, Barrett DM, and Bruhn CM. 2007 . Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87:930–944.

Rimm EB, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ and Willett WC. 1996. Relation between intake of flavonoids and risk of coronary heart disease in male health professionals. *Annals of Internal Medicine.* 125:384–389.

Rivas A, Rodrigo D, Martinez A, Barbosa-Canovas GV, and Rodrigo M. 2006. Effect of PEF and heat pasteurization on the physical–chemical characteristics of blended orange and carrot-juice. *LWT Food Science and Technology.* 39 (10):1163–1170.

Robards K, Prenzler PD, Tucker G, Sawatsitang P, and Glover W.1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruit . *Food Chemistry*. 66:401-36.

Rommel A, and Wrolstad RE. 1993. Ellagic acid content of red raspberry juice as influenced by cultivar, processing, and environmental factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 41: 1951–60.

Rossi M, Giussani E, Morelli R, Lo Scalzo R, Nani RC, and Torreggiani D. 2003. Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice. *Food Research International*.36:999–1005.

Ruangchakpet A, and Sajjaanantakul T. 2007. Effect of Browning on Total Phenolic, Flavonoid Content and Antioxidant Activity in Indian Gooseberry (Phyllanthus emblica Linn.). *Kasetsart Journal of Natural Science.* 41 : 331 – 337

Rubinskiene M., Viskelis P, Jasutiene I., Viskeliene, R, and Bobinas C. 2005. Impact of various factors on the composition and stability of black currant anthocyanins. *Food Research International* . 38: 867–871.

Savikin k, Zdunic G, Jankovic t, Tasic S, Menkovic N, Stevic T, and Dordevic B. 2009. Phenolic content and radical scavenging capacity of berries and related jams from certificated area in Serbia. ***Plant Foods for Human Nutrition.*** 64: 212-217.

Scalbert A, Morand C, Manach C, Rémésy C. 2002. Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health.*Biomedicine and Pharmacotherapy*. 56:276-82

Seeram NP, Aviram M, Zhang Y, Henning SM , Feng L, Dreher M, and Heber D. 2008. Comparison of Antioxidant Potency of Commonly Consumed Polyphenol-Rich Beverages in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 1415–1422

Sfakiotakis E M, Stavrulakis G, Gerasopoulos D, Lionakis S. 1991. The effects of maturity stage on storability of Hayward kiwifruit from two areas in Greece. *Agricultural Research.* 153.

Shahidi F, and Naczk M. 2004. Phenolics in Food and Nutraceuticals; CRC Press: Boca Raton, FL,; pp 131-155, 576

Siksnianas T, Stanys V, Sasnauskas A, Viskelisn P and Rubinskiene M . 2006. Fruit quality and processing potential in five new blackcurrant cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* . 14 : 265-271.

Simpson JA .2006. Antioxidant properties of peanut plant leaves and roots and contribution of specific phenolic compounds to antioxidant capacity. Master of Science food science Raleigh, North Carolina

Singh RP, Chidambara KN , and Jayaprakasha GK . 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*punica granatum)*peel and seed extract using in vitro models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50:81-86.

Sirwoharni T, Wrolstad RE, Finn CE, and Pereirs CB. 2004. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus L. hybrids*) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52:8021-8030.

Skrede G, Wrolstad RE, and Durst RW. 2000. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum L.*). *Journal of Food Science*. 65: 357−364

Spanos GA, Wrolstad RE, and Heatherbell DA. 1990. Influence of Processing and Storage on the Phenolic Composition of Apple Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 38:1572-1579

Srivastava S, Kapoor R, Thathola A, and Srivastava RP. 2003. Mulberry (*Morus alba*) leaves as human food: a new dimension of sericulture. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54(6): 411-416

Stafford H A. , 1990. Flavonoid metabolism. Boca Raton: CRC Press. 298p.

Stintzing FC, Carle R, Frei B, and Wrolstad RE. 2002 .Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 6172-6180.

Stjepan M, Damir I, and Bozidar SG. 2005. A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. *Bioelectrochemistry* . 68:180-185.

Świeca M, and Gawlik-Dziki U. 2008. Influence of thermal processing on phenolics compounds level and antiradical activity of dill (*Anethum graveolens L.*). *Herba Polonica*. 54(3) : 60-69

Syvacy A, and Sokmen M. 2004. Seasonal changes in antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin constituent of the stems of two Morus species (*Morua alba L.* and *Morus nigra L*). *Plant Growth Regulation*. 44:251-256.

Talcott ST, Brenes CH, Pires DM, and Del Pozo-Insfran D. 2003. Phytochemical stability and color retention of copigmented and processed muscadine grape juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 51:957–63.

Tannenbaum SR, Young VR., and Archer MC. 1985. Vitamins and Minerals. In: Fennema, O.R. Ed.. *Food Cehmistry*. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc. 477-544

Taoukis PS, Panagiotidis P, Stoforos NG, Butz P, Fister H, and Tauscher B. 1998. Kinetics of vitamin C degradation under high pressure–moderate temperature processing in model systems and fruit juices. In Isaacs (Ed.), High pressure food science, bioscience and chemistry (pp. 310−316). Cambridge: The Royal Society of Chemistry

Tomas-Barberan FA, and Bermudez-Soto MJ. 2004. Evaluation of commercial red fruit juice concentrates as ingredients for antioxidant functional juices. *European Food Research and Technology* **.**219, 133-141

Trappey A, Bawadi HA, Bansode RR, and Losso JN. 2005. Anthocyanin profile of mayhaw (*Cretaegus opaca)*. *Food Chemistry.* 91 : 665–671.

Tutin GT, Morus L, Flora Europa. 1996. (2nd ed.). In: G.T. Tutin, N.A. Burges, A.O. Chater, J.R. Edmondson, V.H. Heywood and D.M. Moore et al., Editors, Psilotaceae to Platanaceae **vol. 1**, Cambridge University Press, Australia.

Vandresen S, Quadri MGN , De Souza JAR, and Hotza D.2009. Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices. *Journal of Food Engineering*. 92 269–274

Vattem DA, Ghaedian R, and Shetty, K. 2005. Enhancing health benefits of berries through phenolic antioxidant enrichment: focus on cranberry. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 14 (2):120-130

Velioglu YS, Mazza G, Gao L,and Oomah BD. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and green products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 4113- 4117.

Vijayan K, Chauhan S, Das NK, Chakraborti SP, and Roy BN. 1997. Leaf yield component combining abilities in mulberry (*Morus spp.*). *Euphytica.* 98 (1–2):47–52.

Voca S, Duralija B, Družić J, Babojelić M S , Dobričević N, and Cmelik Z .2006. Infl uence of Cultivation Systems on Physical and Chemical Composition of Strawberry Fruits cv. *Agriculturae Conspectus Scientificus.* 71 (4) :171-174

Wada L , and Ou B. 2002 .Antioxidant activity and phenolic content of Oregon Caneberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50:3495-3500.

Wang H, Cao G, and Prior RL. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45, 304–309.

Wang W-D, and Xu S-Y. 2007 . Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. *Journal of Food Engineering*. 82: 271–275

Wicklund T, Rosenfeld HJ, Martinsen BK, Margareth W, Sundfor MW,Lea P, Bruun T, Blomhoff R, and Haffnen K. 2005. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT- Food Science and Technology*. 38: 387–391.

Wu R. 2008. Effects of Refrigeration Storage and Processing Technologies on the Bioactive Compounds and Antioxidant Capacities of Blackberries (‘Marion’ and ‘Evergreen’. Thesis of master of Science in Food Science and Technology. Oregon State University . 157p.

Wu X, Prior RL. 2005a. Systematic identification and characterization of anthocyanins by HPLC-ESI-MS/MS in common foods in the United States: Fruits and berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* . 53 (7) :2589-2599.

Yang J, Paulino R, Janke-Stedronsky S, Abawi F. 2007. Free-radical scavenging activity and total phenols of noni (*Morinda citrifolia L.*) juice and powder in processing storage. *Food Chemistry*. 102: 302-308.

Yao LH. Jiang YM, Shi J, Tomas- Barberan FA, Datta N, Singanusong, and Chen SS..

2004.Flavonoid in food and their health benefits. Plant food Human Nutrition. 59:113-122

Yeom HW, Streaker CB, Zhang QH, and Min DB. 2000. Effects of pulsed electric fields on the quality of orange juice and comparison with heat pasteurization. Journal of Agricultural and Food Chemistry.48 (10): 4597–4605.

Yeung DL, and Laquatra I. 2003. Heinz handbook of nutrition. H.J. Heinz Company. P 266.

Yoshimoto M. 2001. New trends of processing and use of sweet potato in Japan. Farming Japan. 35(6): 22-28.

Yue X, and Xu Z. 2008. Changes of anthocyanins, anthocyanidins, and antioxidant activity in bilberry extract during dry heating. Journal of Food Science. 73(6): 494-499.

Yuting, C., Rongliang, J., Zhongjian, J. and Young, J. 1990. Flavonoids as superoxide scavengers and antioxidants. Free Radical Biology and Medicine. 9: 145-150

Zadernowski R, Naczk M, and Nesterowicz J. 2005. Phenolic acid profiles in some small berries. Journal of Agricultural and Food Chemistry. **53**: 2118–2124

Zafra-Stone S, Yasmin T, Bagchi M, Chatterjee A, Vinson JA, and Bagchi, D. 2007. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. Molecular Nutrition and Food Research. 51(6) :675–683

Zhang DL, and Hamauzu Y. 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. Food Chemistry. 88: 503–509.

Zheng Y, Wang SY, and Zheng W. 2003. Effect of high-oxygen atmosphere on blueberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51(24):7162-9.